

ものつくり大学 紀要 2014

The Bulletin of INSTITUTE OF TECHNOLOGISTS

5

目次

論文

- 1 ドラッカー『現代の経営』における顧客創造の実践的フレームワーク
ーキッコーマンの海外マーケティングを事例としてー 井坂康志
- 13 多結晶ダイヤモンドスラリー循環によるサファイアの精密ラッピングに関する研究
三橋真成, 加藤 剛
- 19 建設学科における大規模クラスの英語授業にマルチメディア・ベースド・ティーチング手法を
改善導入した効果に関するアクション・リサーチ 金美紀
- 24 Cube型ボス供試体の実用化に関する研究 澤本武博, 篠崎徹, 森濱和正, 袴谷秀幸
- 30 コンクリートの表層品質に及ぼす配合および養生方法の影響に関する研究
井上翠, 澤本武博, 樋口正典, 藤原貴央, 地頭蘭博
- 37 高強度繊維補強コンクリートの耐火性能改善に関する基礎的研究
辻正哲, 澤本武博, 横山滋, 小林征之, 菊田弘之
- 41 コンクリート表面の色むらの官能評価に及ぼす検査条件の影響
荒巻卓見, 大塚秀三, 高橋宏樹, 三井実, 中田善久, 降旗翔
- 49 版築供試体のインターロッキング効果に及ぼす供試体寸法の影響
赤谷樹一郎, 大塚秀三, 荒巻卓見, 降旗翔
- 57 処理温度が異なるモルタルおよび4種類のシラン系表面含浸材が与える
養生3日後の表面保護効果
降旗翔, 大塚秀三, 八木修, 荒巻卓見

報告

- 63 秩父やまなみ街道物産販売所共同事業
ーものづくり大学設立10周年・秩父やまなみ街道開通10周年記念共同事業ー
大島博明, 梶山隆史, 鈴木奉文, 挽野太希, 山口雄太郎, 山下雄太, 高田和輝, 関拓真
- 69 ものづくり大学同窓会 平成25年度 地域貢献活動報告
中元良成, 加藤大樹, 上原苑子, 大塚秀三, 川辺憲一
- 73 カンパニープロジェクト活動報告(第1報)
ー21世紀の産業革命を探るー 飯嶋瑞生
- 85 ものづくり大学平成25年度青少年教育活動報告 土井香乙里

記録

- 97 平成25年度教員研究業績一覧
- 110 平成25年度教員著作一覧
- 113 平成25年度教職員学外役職/審査員等一覧
- 117 平成25年度海外出張実績

論文 Article

ドラッカー『現代の経営』における顧客創造の実践的フレームワーク —キッコーマンの海外マーケティングを事例として—

原稿受付 2014年3月25日
ものづくり大学紀要 第5号 (2014) 1~12

井坂康志

ものづくり大学 技能工芸学部 製造学科 特別客員教授

The Managerial Framework of “Customer Creation” in Drucker’s *The Practice of Management*: As a Case of Kikkoman’s Marketing Abroad

Yasushi ISAKA

Special Visiting Professor, Dept. of Manufacturing Technologists, Institute of Technologists

Abstract The aim of this article is to explore the basic framework in Drucker’s management works, focusing on the common features of “customer creation approach.” Drucker has earned distinction in lots of academic professional roles, but his basic points of managerial view are shown as his analyses in *The Practice of Management* through aspects of marketing. We found the practical examples in Kikkoman’s business activities especially marketing abroad as a topic of investigation because Kikkoman has practiced not a few elements of Drucker’s managerial framework in *The Practice of Management* provided a sensible alternative in customer creation.

Key Words : Peter F. Drucker, Kikkoman, Customer Creation, Managerial Framework

1. はじめに——『現代の経営』とキッコーマン

P. F. ドラッカーのマネジメント体系を研究するうえで、概念上の基本的枠組みが『現代の経営』（1954年）にあることは論を待たない。本書は彼がマネジメントについての体系的言説を世に問うた事実上最初の書物であるばかりでなく、現実の産業界への巨大な影響からも、その刊行は経営学史にあって特筆すべき出来事であった。

ドラッカーのマネジメントはGMという大企業の観察をもってスタートし、やがて企業が社会の継続と発展に不可欠な装置であることに思いが及ぶようになる。その社会へのまなざしこそが、彼

をして企業分析とマネジメントの探索に向かわしめた決定的動因であったわけだが¹⁾、まさに企業と社会を有機的につなぐ存在としての顧客が、『現代の経営』における主題をなすのはドラッカーのマネジメント探求の原点を表現するものとしてよい。

本稿ではマネジメントの枠組みを分析するにあたり、ドラッカー学説の中心となる顧客の概念に着目した考察を対象とした。同時に、ドラッカーの顧客概念が日本の産業界にいかなる実践的フレームワークを供したかにも目を向け、日本の商品を海外展開することに成功を収めたキッコーマンを事例として、両者の関係性を分析する。

キッコーマンにおけるドラッカーからの影響は

たびたび指摘されており、1950年代の後半に同社幹部となる茂木友三郎がドラッカーの『現代の経営』を事業展開と顧客創造の手引きとしたことが自身によって明言されている。また茂木は自らに後にアメリカ留学を決断した1950年代半ば、その契機となったのも本書であったとする²⁾。

茂木は早期から経営幹部候補の一人と目され、かつ新規事業にあたっての陣頭指揮を意識的に行ってきたイノベーターでもあった。彼にとって、経営とは生きて働くものであって、それまで目にした理論的な経営学の枠組みとは異なる躍動感、現実へのしなやかな感性をドラッカーの書物に見出している。その注目点が、顧客のコンセプトにあったことは留意に値する。

顧客概念は経営学の領域においても注目されることが多く、いわゆるマーケティングなどの領域にあっては多義的に使用される述語の一つである。以下の2節では、顧客概念を消費者を越えた企業との利害関係を持つすべての主体ととらえ、単に報酬の授受や売買とした形式的関係を超越した機能と見る。さらに3、4節ではキッコーマンとの関係で顧客創造のフレームワークと実践的展開を検討する。5節では、ドラッカーの影響を受けたとされる野中郁次郎の知識創造理論と顧客創造の関係性から、キッコーマンの海外展開の意味を考察する。

2. 『現代の経営』における顧客

2.1 顧客の概念

『現代の経営』で展開された所説について検討する前に、まずドラッカーにおける顧客の概念について簡潔にまとめておく必要がある。まさに顧客の概念はマーケティングのみならずマネジメント体系の中核的位置を占め、そのために広範囲に及ぶ。

顧客とはドラッカーがマネジメントにあって多用した概念であるが、顧客について明確な定義が下されるわけではない。しかし、彼の顧客概念の出発点を次の文言から知ることができる³⁾。

「事業の目的として有効な定義はただ一つしかない。顧客の創造である。市場は、神や自然や経済

的な力によって創造されるのではない。企業人によって創造される。(略)実際には、事業家の行為が人間の欲求を有効需要に変えたとき、初めて顧客が生まれ、市場が生まれる」

上記の引用から、顧客は「創造される」存在と捉えられたことがわかる。顧客はあらかじめ市場に存在するものというよりは、企業その他からの働きかけを待って、事後的に現象として立ち現れてくるものとされている。

一例として顧客は自らのニーズを完全に知るわけではない。特定の外的な刺激がなければ、潜在的可能性にとどまる。そのために、顧客本人にさえ、自らの欲求は的確に説明することができない暗黙性をはらむ。そうした潜在的な欲求に、明確なコンセプトと形態が付与され、可視化・顕在化されたときに、「有効需要」として表出・伝達が可能となる。

このようにして、潜在的顧客の認識作用に働きかけ、自らの欲求を知ること、そして新たな認識の喚起を通して行動に変革をもたらすことなど、きわめて深いレベルで企まれた顧客概念であることが引用にも表れている。

続いてドラッカーは顧客創造のフレームワークについて次のように述べる⁴⁾。

「『われわれの事業は何か』を知るための第一歩は、『顧客はだれか』という問いを発することである。現実の顧客、潜在的な顧客はだれか。顧客はどこにいるか。顧客はいかに買うか。顧客はいかに到達するかを問うことである」

顧客は自らの欲求、言いかえれば、自らの顧客特性に気づいているとは限らない。その顧客特性を顧客本人ならざる第三者が知覚し働きかけるために、「顧客はだれか」と問う必要があるとする。それは先にも述べたように、顧客の欲求そのものが暗黙的であるために、顧客本人でさえ、自らが顧客たりうると認識する能力を十分には持たない。あくまでもそれは明確なコンセプトを選択した事後に明らかになるに過ぎない。ならば、まずは顧客を事前に断定するのではなく、「顧客はだれか」と仮説的状況を維持した状態にあえて置くことが顧客理解の第一のステップとなるとドラッカーは言う。

2.2 顧客と非顧客

顧客の発現プロセスについても簡単に触れておくことにしたい。ドラッカーにあって顧客と非顧客を区別するものは原理的には存在しない。事業者は顧客にある何か明示的な表徴を見出して両者の区別を認識するのではなく、まずはあらゆる存在が潜在顧客であることを認識し、そこから自らの働きかけによって反応する可能性のある者を顧客候補として知覚する。それが、顧客への最も適切なアプローチであるとドラッカーは言う。

では、そのような顧客へのアプローチはどのようにして会得できるのか。『現代の経営』の引用文中にもあるように、顧客とは科学的に定義可能な概念ではなく、あくまでも特定の働きかけをもって、事後的に顧客として知覚しうる可能態に過ぎない。むしろ事業者がなすべきは、顧客という存在を限定的にとらえず、あらゆる人間存在を暫定的かつ潜在的顧客として、そこにいたるアプローチを開発し続けることである。そこにあって、顧客とは理論的把握のみの対象ではなく、同時に知覚による把握対象と捉えられる。

したがって、顧客創造をただに公式や細目に落とし込むことにさほどの意味はなく、むしろ公式や細目を知ることによって、真の顧客の概念が得られると考えることに根本的な疑義を差し挟む。ドラッカーによるマネジメント体系全般について言えることとして、その概念的厳密性よりも、実務的有用性の重視があった。その観点から、マネジメントは科学というよりリベラル・アーツと呼ぶにふさわしいとする見解も存在し、この見解は後に議論する知識論への接続にあたり重要な結び目となる⁵⁾。

3. キッコーマンにおける顧客創造のフレームワーク

3.1 商品特性

次にドラッカーの顧客概念を、キッコーマンがいかに関係し、実践的フレームワークを構築したかを検討する。まずは顧客創造のフレームワークとの関連で、商品特性について述べておきたい。

キッコーマンの主力商品は醤油である。醤油という商品は醸造物であるために、安定した品質を保持できさえすれば頻りに改良を重ねる必要性に乏しく、商品としての流通サイクルは長い。他方、醤油はビジネスとして見たとき、急激な成長が見込めるものではなかった。さらには、製造にあたっては大規模な装置を必要とするために、投資に対しては慎重たらしざるをえず、それが長期事業の基盤を形成してきた。あえて言えば、保守性を定められた商品特性を持つ。そのため醤油は商品そのものというよりも、商品を取り巻くブランドイメージや用途の開発に顧客創造のポイントが存する。

特にキッコーマンにあっては従来顧客と非顧客とはごく明瞭に分かたれていた。醤油は日本全域をほぼ商圏としてきたキッコーマンにとって、非顧客は社会的ルールや文化、文字どおり慣習を異にする商圏を指すこととなった。

茂木はかかる商品特性と海外進出との関係性を次のように述べる⁶⁾。

「アメリカ市場に注目したのは、当時はまだアジアの政情が非常に不安定であったこともある。しかし戦前にアメリカとのビジネス経験がもたらした情報がキッコーマンには残されていた。そして、なによりもアメリカは強大な経済力を背景とし巨大な市場が存在する。これを見逃す手はないと確信したのである。

そして、もう一つの注目点として、戦後アメリカ人が数多く日本に来日していた事実がある。ジャーナリスト、官僚、教師、ビジネスマン、軍人など、さまざまな職業のアメリカ人たちである。

基地に住んだ軍人は別として、来日したアメリカ人の多くは、日本の街中に数年間ほど滞在している。そのうちに当然のことながら醤油を使う機会も多くなる。日本料理に醤油を使うのは当然だが、彼らは自国の料理にも醤油を使い始めたのだ。そこに着目し、アメリカ人の間にも醤油に対する潜在需要があるのではないかと考えるに至った。マーケティングをうまく展開していけば、その需要を必ず顕在化できるのではないか。そんな思いを展望として持っていたのである」

すなわち、ここでは顧客と非顧客の間を截然と

区別する境界があるわけではなく、むしろそこでは商品や市場を認識や知覚を拡大していくことで、顧客の概念そのものをリフレームしていく可能性に思いが及んでいる。その証左として、醤油という商品そのものの改善以前に、外部世界に自らの商品をどう働きかけ、適合させていくかに意識上のフォーカスが当てられていたことがある。そこにおいて国境は問題としてよりは機会として捉えられる。

3.2 現地生産の考え方

では、醤油はいかにして海外顧客創造の商品として展開させられたのだろうか。言い換えれば、醤油はいかにして日本の文化的産物から一転して世界性を獲得しえたのだろうか。キッコーマンにあって、現地販売から生産に至る意思決定と行動プロセスがその重要な鍵となったのは間違いない。茂木友三郎は次のように述べる⁷⁾。

「顧客創造が企業活動の核であり、それが試行錯誤の連続だということは、我々がビジネスの実践を通して、強く感じてきたことである。我々の海外でのマーケティング活動が本格的に始まったのは57年、アメリカ・サンフランシスコに販売会社を設立してからだ。今でこそ営業利益の6割を海外市場で挙げているが、当初は醤油とはほとんど無縁の土地での新規開拓である。まさに自ら顧客を作り出す必要があった」

現地生産にあたっての前提は自らが非顧客のあらゆる潜在的側面に対する無知の自覚である。無知への知覚のためにとられた方法が、現地での観察と異文化の理解であった。ただし、社会的ルールや文化への無知は、必ずしも明文化された知識に置き換えられる必要はなく、非顧客の商圈における消費者がどのように考え、どのように行動するかについての知覚にもとづく暗黙的な知識があればよい。茂木は青年期留学先に選んだアメリカに赴き、自ら非顧客の行動観察を行い、非商圈を実地で理解しようとした。理解と観察の要の役割を担ったのが、1957年6月サンフランシスコに設立された販売会社KIIであった。同社の設立によってPacific Mutual Sales Inc. (PMS) が行って来たアメリカ市場での営業活動に、キッコーマンが直接携わるようになった。KIIの果たした役割につ

いては後に詳述したい。

KIIの設立から2年が経過し1960年代に入ると、西海岸の大都市の市場には醤油が徐々に浸透するようになる。そこでKIIは西海岸では中小都市の市場への浸透を推し進めるとともに、西部地区以外でもマーケティングを展開していくこととし、まずニューヨークを中心とする東部市場のマーケティングを推し進め、次いでシカゴに代表される中西部市場の開拓に取り組むことにした。

両市場ともに、キッコーマンがグローバルの認知を得るのに避けて通れないものだった。ニューヨークはまさしく多様な人種や民族から構成される国際都市であって、そこでの評価は世界的評価の実験室とも考えられた。

当初は部分的な現地生産がとられたが、キッコーマンはアメリカにおける部分的現地生産が長期にわたって継続可能と判断したわけではなかった。コンテナ輸送は合理的ではあるが、アメリカからの戻りには空のコンテナを輸送する無駄が生じ、それは輸出量に比例して増えていく。輸出量が増えればコンテナが不足し、新たにコンテナを補充しなければ間に合わない恐れもあり、そのための投資も決して軽微なものではなかった。したがって部分的現地生産は、当面の措置として採用したものであった。しかし、アメリカにおける販売量が予想を上回る増加を示してきたことから、1970年に入ると対応策を検討せざるをえなくなった。

1970年11月から12月にかけて二段階の現地調査を行うことになり、キッコーマンから製造管理部長・村井豊次を団長に、茂木友三郎等5名の調査団が編成され、現地専門家を加えた6名で調査にあたる。調査団の調査事項は広範囲にわたるものだったが、それらを総合し、アメリカに工場を創設する必要があるとの判断が下された⁸⁾。

むしろ本来装置産業である醤油生産の機械設備は高価な特注品となり、設備投資額は高額なものとなる。さらに製品を輸送する陸上運賃も同時に高額なものとならざるをえない。そうした点はあるにせよ、現地生産によって製品の海上運賃と関税がなくなり、原料穀物の調達が可能になると同時に、原料運賃と原料在庫量を減少させることができるメリットもある。それらを勘案するならば、

現地生産の優位性は高いとの結論が下された⁹⁾。

調査団は工場の創業時期については「可能な限り速やかに」、工場立地については製品を全米の市場に輸送しやすく、原料穀物の主産地に近いなどの理由から「アメリカ中部に」との判断に傾き、それらをまとめたものが委員会の報告書として役員会に提出された。茂木は言う¹⁰⁾。

「企業が長期的に存在していくためには、社会、とりわけ地域社会と文字通り、共存共栄しなければならない。そのためには、よき企業市民となり、経営をできるだけ現地化していくことが必要である。それにはできるだけ地元の企業と取り引きをすることである。条件があまり変わらなければ日本の企業よりアメリカの企業、しかもアメリカの企業の中でもできるだけ現地に近い企業と取り引きすることだ」

現地で生産するメリットは、ドラッカーの所説に引証するならば、当地の顧客概念の触知と理解でもある。そして直接の当事者となることによって、消費者のみでなく、地元民、取引先等々のステークホルダーに対する責任をあえて担うことも意味する。

3.3 意識的活動としての顧客創造——茂木友三郎の活動

茂木によれば、本来キッコーマンがアメリカへ市場を求めた基本認識とは次のようなものであった¹¹⁾。

「これからの日本は人口減少社会を迎え、国内市場の多くは縮小していくだろう。日本企業が生き残るには、海外に進出するか、事業の高付加価値化を図るしかない。キッコーマンは幸か不幸か、50年前に主力商品である醤油が、国内市場で伸び悩むという問題に直面し、早い時期に海外に進出し、経営の差別化を図る戦略を進めてきた」

国内市場が伸び悩んでいたものの、当時キッコーマンは国内では確実かつ圧倒的なシェアを確保していたことが、後述の野中郁次郎の指摘する「内向き」のリスクを予兆させるものがあつた。当時は「キッコーマンが醤油を輸出している」というだけで話題になったし、会社もそれでよしとしていた側面もあつた。「何のための国際化なのか」という原点に立ち戻り、解決策の検討を始めた。

茂木は言う¹²⁾。

「私が出した結論は、現地に工場をつくり、生産することである。またそうしなければ国際化を進める意味がないということであつた」

1950年代の青年期ドラッカーをはじめとする実践的経営の知識をも持つ茂木の経営姿勢は、それまでの伝統主義的経営とは一線を画するものがあつた。キッコーマンはそれまで単品経営であり、経営形態も歴史の中で培われた規律を重視してきた。茂木はキッコーマンの持つ伝統主義的な知識や慣習に意味を認めながらも、同時に、意識的活動としての顧客創造活動をもう一つの主軸とした。

ドラッカーは『現代の経営』において、事業に関わる意識的マネジメントの重要性を説く。そこで伝統を重んずる考え方との比較で次のように述べている¹³⁾。

「マネジメントは、意識的、体系的に、顧客と市場を創造する必要がある。そして何よりも、大量の購買力と購買習慣の創造に焦点を合わせ続ける必要がある」

醤油のような本来的に保守的事業の場合、そこに意識性、体系性を付加することで、顧客創造のフレームを大胆に組み替えていくことが茂木の行った活動だつた。さらに、食品という商品の性質上、人口構造や商圈の拡大に一定の制約が考えられる場合、その商圈は意識的かつ体系的に国境を越えて非商圈にまで顧客概念の枠組みを変更しつづけていかなければ継続できない。

ドラッカーの顧客観とは、その点で多元的であり、特定の顧客は一時的かつ仮説的存在に過ぎず、意識的に葛藤を自らの内部に引き込んでいくことによってしか事業上の成果は達成されない。そこでの未来の顧客は現在の非顧客にあると考える。伝統のルールや慣習に縛られることなく、顧客創造のためのフレームを随時組み替えていくことによってしか現在の非顧客は未来の顧客たりえず、現在の顧客も非顧客に転ずるリスクを避けることはできない。その構想力が、経営者にとって未来の顧客創造に大胆にブリッジを架けていく原動力たりうる。

その意味では、消費者と顧客は同一のものではない。そもそも顧客とは自然発生的なものではな

い。意識的かつ体系的に創造されるものであって、自律的ではありながらも、事業を行うものの念頭に置く創造的秩序にしたがって開発されていく種類の存在である。

4. 『現代の経営』と経営実践のフレームワーク

4.1 非顧客から顧客への変換

では、ドラッカーの顧客概念はキッコーマンの海外事業展開に引きつけて具現化されるのか。やや立ち入って見てみたい。キッコーマンが意識的な顧客創造活動を行うようになったのは、戦後のことである。ドラッカーは企業を個や社会との接合部に出現する暫定的な領域と見た。マネジメントは経営における暗黙的知識や実践に変換しうる知識から成り立ち、かつ個や社会といった一般に非経営的要因を大胆に取り込んだ構成をなす。キッコーマンの場合、その具体的な現れ方が海外展開であったことになる¹⁴⁾。では、その観点からの海外展開の実状はどのようなものだったのか。その点を確認したい。

1950年代後半から60年代前半にかけて、キッコーマンの海外事業は、ハワイ、アラスカを含むアメリカ西部13州の醤油市場を固め、東部ならびに中西部への拠点を持つことに成功している。その推進役となったのが既に述べたKIIである。

当時、醤油輸出総量の統計では、沖縄への輸出も含まれているが、各年ともその80%程度がハワイを含むアメリカへの輸出と見られる。戦前の輸出のピークは8,825klを輸出した1939年であった。このなかには旧満州を含む中国や委任統治諸島など円決裁圏向けの4,483klが含まれており、これらを除く輸出量は4,342klだった。したがって、外貨が得られる純然たる輸出は、1965年にほぼ戦前のピークを回復していたことになる。しかし、戦前の対米輸出が日系人の需要に依存していたのに対し、表に含まれる対米輸出は非アジア系アメリカ人の需要を掘り起こすことに成功していた点で、性格はまったく異なるものとなった¹⁵⁾。

占領期の7年間に、日本に滞在したアメリカ人は、軍人、民間人を合わせて約300万とされたが、

日本の文化や芸術にいち早く接したのは行動の自由に恵まれた一部の知識人だった。そのような状況の中で、キッコーマンは占領終結後の対米輸出の伸張に大きな発展の可能性を見る。KII設立後は、従来のように日本食品の専門店のみでなく、一般的なスーパーへの納品を目指すようになった。むしろ当時あって、非アジア人は自らのうちに醤油へのニーズや期待があったわけではない。むしろ、蔑視や嫌悪さえあったことが当時の記録に残されている¹⁶⁾。

キッコーマンの記録では、1956年5月サンフランシスコの「セーフウェイ」の一部の店舗でキッコーマンの醤油が納入されている。セーフウェイは当時全米に3,000の店舗を有する大手スーパーチェーンであり、納品の意味は小さなものではなかった。たんに日本食が一般スーパーの店頭に並んだというのみならず、日本固有の文化がアメリカのスーパーに現れた初のケースであり、アジア系以外のアメリカ人の間に、醤油への関心の高まる兆しと捉えられた¹⁷⁾。

1952年の講和条約発効からまもなく、キッコーマンはアメリカ向け輸出に6オンス入り壘の製造を開始している。従来の輸出用普及タイプは12オンス入り壘であったが、家庭でより購入しやすいものを出す必要があると判断したためとされる。かかる判断は「今後、アメリカで醤油を使用する家庭が増える」との見通し、すなわち非顧客が顧客に変換されていくとの予測に支えられていた。従来のアジア文化圏を顧客とする路線は変更され、非アジア文化圏の顧客化へと戦略はかられた。まさしくドラッカーによる顧客創造のフレームワークをここに見ることができる。

4.2 キッコーマンの顧客創造活動

改めて注目に値するのは、顧客とはすでにそこにいるものではなく、試行錯誤とともに作り出される必要があると認識されていた点である。特に、キッコーマンはアメリカという醤油文化を持たない社会で、事実上無からのマーケティングを展開している。

その点において茂木は次のように述べている¹⁸⁾。

「昭和30年代前半、現代のキッコーマンに至る多

角化戦略と国際化戦略の二つの大きな戦略が本格的に始動した。国際化戦略に関しては、ほとんどゼロからのスタートであった。キッコーマンは、戦前から海外事業を展開していたが、当時の顧客対象は、海外に暮らす日本人や日本からの移民、軍人などであった。重点市場としてアジア諸国をはじめ、アメリカでも移民の多いハワイを中心に事業展開していた。これは輸出というよりも、“人に商品が自然とついていく”いわば『移出』というイメージに近かった。それを今度はアメリカ市場をターゲットに一般のアメリカ人消費者に向けて『輸出』しようという戦略に転換したのである。

ドラッカーにおける顧客とはあらかじめ定義し精密な青写真を描きうるものではなく、マーケティング的な意識的働きかけを待って、顧客という現象が立ち現れる生成性を特徴とする。顧客に伴う仮説に対して何を問うべきなのか、『現代の経営』で展開される命題に、キッコーマンの企業行動は的確に符合するところがある。この点を戦後の意識的海外展開期の販売戦略と製品開発の観点から見れば、一例として、1956年、製造担当常務の茂木啓三郎は「財団法人日本生産性本部」のヒューマン・リレーションズ視察団の一員としてアメリカ、ヨーロッパを歴訪している。その中で既に述べたように KII の設立手続きを進め、1957年6月にカリフォルニア州政府の設立許可を、28日に株式監督局より株式発行許可を得て、7月1日から営業を開始した。当初資本金を5万ドルのうちキッコーマンは3万ドルを出資した。KII社長は本社社長・中野栄三郎が兼務し、現地における実務は総支配人が掌握することになり、初代の総支配人として秋谷満壽を派遣した¹⁹⁾。

アジアの食品のアメリカにおける流通ルートは、一般のアメリカ人向けのルートとアジア向けのルートとに大別でき、アメリカ人を対象とするマーケティングを目指す KII は食品ブローカーを通してスーパーに売る前者のルートを採用している。アジア人向けのルートは販売会社からアジア系の PMS を含む問屋を通して、アジア系の小売店やレストランに商品が流れるルートであり、販売会社 KII が発足したことにより PMS は KII から直接製品を仕入れて販売することになった。

KII のマーケティングは日系人、日本人が多く住む西海岸で始まった。サンフランシスコに KII を設立した翌年、1968年にはロサンゼルスに支店を開設し、2つの拠点から西海岸の大都市市場に進出した。KII は醤油のアジア性を払拭し、一般的な調味料とすることを基本方針とした。非アジア系アメリカ人にとって和食の食材は容易に入手できず、家庭への普及も不十分だった。醤油が日本食の一部であるならば、販路の多くに拡大は望めなかった。

しかし、この基本方針で臨むには現地の非アジア系アメリカ人が常食するものから、醤油によってより品質が向上するものを選定し、料理法とともに作っていくという時間と労力のかかるマーケティングが必要とされた。

KII は事務所の一角に、食品分析のために器具、装置一式を備えた商品研究開発室を設け、野田本社の試験所から派遣された技術社員を常駐させ、セールスマン、ホームエコノミストなどの意見を聴きながら、醤油の利用法と新商品の開発を進めた。ホームエコノミストは、メーカーと消費者との間に介在し、提供する商品やサービスをいかに利用すれば効果的かを考え、その情報を家庭に伝えるコンサルタントであった。そうして開発された醤油を使ったアメリカ風の料理を、スーパーや百貨店の店頭でデモンストレーションに供した。

そこでは、非アジア人の非顧客に対し、相手の文化からいたずらに推測を重ねるアプローチはとられていない。まず KII の設立からも明らかなように、文化圏に自ら赴き、生活習慣を直に観察し、虚心坦懐に受け入れるという方法が首尾一貫してとられている。それは顧客が自らの顧客性に気づくことがないこと、そして、顧客と非顧客の相違が事実上存在しないとの想定にもとづくものであって、そのことは現地の生活様式やそれに伴う価値観をありのままに取り入れてマーケティング活動を行うことから明らかに知ることができる。

5. 顧客創造と知識創造——野中郁次郎

郎の実践知概念

次に醤油という保守性の半ば定められた商品に

ドラッカー『現代の経営』における顧客創造の実践的フレームワーク —キッコーマンの海外マーケティングを事例として—

あって、ドラッカーの顧客創造のフレームワークはどのように解釈されうるのか。野中郁次郎の知識創造解釈との関係で考察を深めることとしたい。

知識と顧客のコンセプトについて、野中はドラッカーからの影響を認めている。野中は「顧客の創造」をドラッカーのマネジメントの本質とし、次のように述べている²⁰⁾。

「ドラッカーは、『現代の経営』において、企業の目的について唯一の正しい定義として、『顧客を創造すること』と述べている。私自身の成長から考えても深い影響があった言葉だ。There is only one valid definition of business purpose: to create a customer. 見事に本質を突いた言葉だと思う。いわゆるウォール・ストリート式の利潤の徹底追求とは異なる次元で彼がマネジメントを捉えていたことを証している。ここは私のキャリア形成、後の研究活動にも多大な影響を与えている」

経営者による実践的な顧客創造活動は、個人的で主観的な知識と社会的で客観的な知識の2種類の知識を媒介しながら、本質の確定に漸進的にアプローチするのを特徴とする²¹⁾。

この方法は野中郁次郎の言う暗黙知と形式知の概念にも符合する。野中の主張では、暗黙知は知っていても言語に変換できない経験的知識であり、それに対して形式知は言語や体系への置き換えを可能とする知識である。野中は両者の複合が現実的に機能する種類の経営的知識であるとし、顧客創造と知識創造との間の高度の類同性を指摘する。野中は顧客を考える時、知識とのつながりを念頭に置いていた。そして顧客創造活動が科学的な定式や公理にもとづくものではなく、むしろ高度に触発的で生成的、かつ動態的な行為であると考えた。野中はそのようなドラッカーの所説に影響を受けた論者の一人であり、次のように述べている²²⁾。

「顧客創造とは知識創造そのものだ。知識創造企業の理論化において、彼の知識社会という概念が一つの指針となったことは間違いない。(略)知識創造企業とは知識社会を実現する重要なプレーヤーである。それは善や理想、倫理を高く掲げつつ、他方においてきわめてしたたかでもある。したたかさとは、徹底的にアクチュアルな現実に入

り込み、その背後にある本質を見抜き、それを詩人がなすように美しいコンセプトにして人を喚起し、共通善を実現していく存在とあってよい。あるいは理想主義的リアリズム、理想主義的プラグマティズムと呼んでもよい。ドラッカーの業績にも共通するものがあると思う。

彼の提起した知識社会というコンセプトは見方によってはかなり粗く大きなものである。そこで、個別企業にとって知識を持続的に創造する経営とは何なのか、いかなる基礎的条件のもとにそれが可能となるのか。それら具体的様相を明らかにするのがわれわれにとっての命題たり続けてきた。すなわち、ドラッカーが大きく捉えたコンセプトをわれわれは個別にかつ詳細、そして実践的に定式化した」

では、顧客創造と知識創造はどの点で類同性を持ちうるのだろうか。一つは、キッコーマンのフレームワークにも表れるように、顧客自らも欲求や期待を完全に理解しているわけではない点、時には、まったく理解していない場合さえあるという顧客の仮説性に伴う前提がある。ならば、事業者は顧客にそのニーズを教示ないし示唆すればよいのか。キッコーマンの行動からはそのような姿勢は見られない。顧客は自らの欲求を完全に意識し、言語などの形式知に置き換えることはない。その欲求は具体的な働きかけを待つまで暫定的に伏在する。いわば欲求そのものが暗黙的である。それらを一つの形式に置き換え、顕在化・具現化の助力を行い、行動を促し、結局はそれらが社会そのものの秩序形成や豊かさの実現に役立てうるものと考えられる²³⁾。

ならば、事業者が行うべきは、顧客とともに新たな価値を創っていくことでなくてはならない。そのような姿勢は現代的にも重要な命題を多くはらむ。この点について野中は次のように述べる²⁴⁾。

「事業を考えるとき社員のためという考え方もありうる。だが、社員のためとしてしまうと、価値の創造において内向きとなる。社内政治などからも影響を受ける。この商品はあの人のためにつくるのだとなると、関係性の中での狭隘さが出てしまう。自らが自らを超えていくという挑戦の可能

性について狭さが残る。もっと大きな次元から、顧客を含む世のためになっているかという点でも問題がある。

反対に外に向かって創造する。すなわち顧客の創造とは高邁で、挑戦的な課題である。顧客自らが要求を理解しているわけではないのだから、むしろつくる側の思い、そして顧客が志を高くして、ともに創造していくものだ。それは共通善 (common good) の追求でもある。さらには戦略論ともつながってくる」

すなわち、顧客の創造とは、言い換えれば顧客との協働作業である。それは一方的に働きかけるものでもなければ、一方的に働きかけられるものでもない。まさしくドラッカーがコミュニケーションやリーダーシップについて述べるように、「受け手」としての顧客自身の能動性がそこでは前提とされる。その共同性があるのはじめて、野中の言う「共通善」への志向性が生まれてくるのであり、その意味では顧客創造とは高度に社会哲学的命題をはらむ実践知といつてよい。

しかも、顧客創造には唯一絶対の回答というものは存在しない。そもそも人間の幸福に唯一絶対の尺度が存在しないのと同じ理由で、顧客満足に唯一絶対の解は存在しない。むしろそこに向かって、適時に現実のただ中で最適な判断を下すことが顧客創造の主体たるマネジメントに要求される。それらはあくまでも顧客との関係性の中での判断と行為であって、一般論としての回答ではない。個別具体でその都度の責任と葛藤を伴う判断力である。野中はそれを実践知と呼び、そのような知識をマネジメントに要求されるものと考えた。

顧客や知識に限らず、キッコーマンの例で言えば、醤油という保守性を体現するとき商品であっても、それらを文化や価値観を異にする人々に提供することが顧客の創造であり、しかも知識の創造である。野中が指摘するように、それらは暗黙知、形式知のみならず、個人の信念といったきわめて人間的で、主観的価値を基礎にしているのはキッコーマンも同じである。それをいかに客観化し、正当化していくかが、顧客創造のうえでの避けて通れないアプローチをなす。

さらには、社会への視座についても、キッコー

マンはドラッカーや野中と深い次元で一つの連続性のもとにあったように思われる。いずれにしても観念から演繹した理論から現実を照射する姿勢はそこには見られない。反対に、現実を直視し、虚心坦懐に知覚し、そこから一定の論理的筋道を導き出そうとしている。少なくとも、茂木や野中がマネジメントやイノベーションを科学体系の一部よりは実践知と見なしているのは十分に理解できることである。経営にあってある種の公理主義はまさに普遍性を追求する結果として、普遍性を獲得しえない面がある。はじめに理論ありきという科学的方法論としてマネジメントを捉えるのはその点で現実的齟齬が生ずる。

Maciarielo らがドラッカーのマネジメントを評するように、それはサイエンスより、むしろアートである²⁵⁾。アートは人間のものであり、個別具体の現実からしか普遍化できない。そのような高度にアクチュアルな現実の中から、普遍を志向していくのが現実のマネジメントの実際の姿であることをキッコーマンのアメリカ進出は雄弁に語っている。

6. 結語

本稿ではドラッカーの『現代の経営』で主題をなす顧客創造のフレームを検討するために、キッコーマンの事例をもとにした。まず、ドラッカーの顧客概念は、一般に言われるのと異なり、決して画一的、一面的ではない。それは論理に加えて知覚の作用を重視した彼なりの作法によるものともいえるが、同時に、野中の所説からも明らかのように、知識社会における多元的創造活動の根幹をなす側面も併せ持つ。

ドラッカーの顧客創造の一断面を解き明かすにあたり、キッコーマンがアメリカという文化や歴史、価値観を異にする場所で、非顧客をいかにして顧客に変えていったかを見た。そこでの中心人物である茂木友三郎は、ドラッカーの『現代の経営』が半ば遠心力のように自らの意思決定や戦略構築を後押ししたことを書物のなかで認めている。むろんキッコーマンは、ドラッカーの理説の実践者としての意味を持つが、他方で、野中が指摘す

ドラッカー『現代の経営』における顧客創造の実践的フレームワーク
—キッコーマンの海外マーケティングを事例として—

るように、日本企業の知識観については顧客観の特徴として、それらが暗黙的であって、組織や市場における知識創造活動にあって形式知と暗黙知双方の重要性を持つ点は注目に値するように思われる。

ドラッカーは、顧客について検討する際、知識概念と直截的にオーバーラップさせて語ることはしなかった。しかし、企業の顧客創造活動がただに経済的要因のみにとどまるのではなく、より広く社会的、さらには文明的広がりを持たせつなされる議論は、後に『断絶の時代』（1969年）から積極的に展開される知識社会論に接続するものと見てよいであろう。その意味で、顧客創造と知識創造は地続きであって、彼の知識社会論もまた、市場や経済を超えた社会や個の自律性と秩序形成を主たる問題関心としたのも、この観点からするならばさして驚くにはあたらない。

彼は顧客の創造こそが、社会そのものを自律的に進展させ、廃棄と革新を伴いながら生態系の健全さを維持する推進機関と見ていた。顧客創造のメカニズムを通して、あたかも生命体が外界から養分を取り入れ、排出するように自らの成長を維持するものとした。そのような顧客観は、茂木が青年期に感じたように、経営学やマーケティングの議論の中でも今なお欠落した視点のように感じられなくもない。

上記の問題意識は、ドラッカーがマネジメントを単に経営のみの論件でなく、むしろ社会との関係性を強調したのを見逃すべきではない。本稿ではまずもって顧客創造のフレームワークを主たる目的としたため、そのような事業が本質的に持つ戦略や組織特性について掘り下げた考察を行うことはしなかった。だが、そのような視点はキッコーマンの経営にも具現化された高度にマネジメント的な視点であり、彼の顧客視点を討究する上で避けて通れない視点であるため、稿を改めて研究課題としたい。

【謝辞】

本稿の執筆にあたり、(株)キッコーマンの茂木友三郎氏には三回のインタビュー（2010年12月20日、2011年8月11日、2012年1月16日）をさせていただいた。また、同

社広報部の山下弘太郎氏には文献のご教示をいただいた。特記して謝意を表する。

注

- 1) Drucker (1946).
- 2) 茂木は次のように述べる。「僕が P. F. ドラッカーの『現代の経営』を初めて読んだのは慶応大学2年生の頃だったと思う。(略)当時の経営学は、いろんな学者の説を羅列するだけのまことに面白くない学問だった。しかし同書を読んで感激した。企業の経営というものを、読者が興味を持てるように工夫しながら、非常に面白く書いてあるのだ。経営にはこういう捉え方があるのかと興味を覚えた。この分野を勉強するために、アメリカ留学を考えるようになった」「『現代の経営』の中で一番大切な部分は、企業が社会に存在する価値とは、顧客を創造する、需要を創造するということ。これに尽きると思う。これをなした企業が雇用を生み、利益を出し、株式配当を可能とする。これができて初めて、企業が経済・社会に貢献したといえる」(茂木 (2010b))
- 3) Drucker (1954) p. 37.
- 4) Drucker (1954) p. 52.
- 5) Maciariello, J. A. and K. Linkletter (2011), pp. 335-338.
- 6) 茂木 (2007) pp. 21-24.
- 7) 茂木 (2010b) .
- 8) キッコーマンの委員会は、現地生産のための調査は行うべき値打ちのあるものか否かの調査をアメリカのコンサルタント会社「ゴライトリー・インターナショナル社」副社長マルコム・W・ペニンントンと共同で行うことを決めた。ペニンントンと茂木友三郎とはコロンビア大学経営大学院時代の友人であった。
- 9) キッコーマン (2000) pp. 314-315.
- 10) 茂木 (2007) p. 60.
- 11) 茂木 (2007) p.7.
- 12) 茂木 (2007) pp. 35-36.
- 13) Drucker (1954) p. 371.
- 14) 茂木 (2010b) .
- 15) キッコーマン (2000) p. 251.
- 16) 醤油になじみのない非アジア系アメリカ人のなかには、当時醤油「Bug Juice」虫の搾汁とする蔑称があった。

たという。だが 1956 年以降醤油が通常の流通に乗り始めるにつれて、偏見もなくなっていく (キッコマン (2000) p. 252) .

- 17) 日本におけるスーパーの萌芽は、昭和 30 年代初頭に見られるが、アメリカでは大量販売、セルフサービスを軸とする小売業態はすでに定着しており、セーフウェイへの納品は、一部の店で空きスペースに並べられたに過ぎなかったが、スーパーでの定番化に向けての前進には違いなかった。アメリカで家庭向け商品の販売を伸ばしていくためには、スーパーで定番化されることが必要だった (キッコマン (2000) p. 253) .
- 18) 茂木 (2007) pp. 22-23.
- 19) キッコマン (2000) pp. 254-255.
- 20) 野中 (2009) p. 40.
- 21) 野中はドラッカーの知識概念について次のように述べる。「ドラッカーは暗黙知の重要性に気づいているようである。彼は、技能について、『話し言葉でも書き言葉でも説明できない。やってみせるしかない』、したがって『技能を学ぶ唯一の方法は、徒弟修行を経て経験を積むことしかない』と言っている。同時にドラッカーは『科学的・計量的方法が「個別の経験をシステムに……単なる逸話を情報に、そして技能を教えることができる何物かに」変換できると信じている』彼は、知識変換プロセスには人間同士の相互作用や知識共有が必要である、とは論じていない。したがってドラッカーは、核心では『人間主義』陣営より『科学主義』陣営に近いのであろう」(野中・竹内 (1996) pp. 62-63) .
- 22) 野中 (2009) p. 42.
- 23) キッコマンは戦前に巨大な労働争議の経験から、早い段階で従業員や労働者、地域住民、取引先をも自社の顧客の柱をなすものと考え、その精神を「産業魂」と命名し、現在に至っている。そのような観点から顧客を創造するとき、消費者のみを創造すると考えることは無意味であって、消費行動は顧客創造にとって象徴的意味を持つに過ぎず、広い意味での市民性の創造に寄与すべきとの認識がドラッカーの『現代の経営』にも述べられているように、社会性の開発がそこでの主たる命題と捉えられていたことは注目に値する (キッコマン (2000) pp. 101-105) .
- 24) 野中 (2009) p. 40.
- 25) Maciariello, J. A. and K. Linkletter (2011), pp. 3-6.

文 献

- Drucker, P. F. (1942) *The Future of Industrial Man*, John Day.
- Drucker, P. F. (1946) *Concept of the Corporation*, John Day.
- Drucker, P. F. (1954) *The Practice of Management*, HarperCollins.
- Drucker, P. F. (1964) *Managing for Results*, HarperCollins.
- Drucker, P. F. (1967) *The Effective Executive*, HarperCollins.
- Drucker, P. F. (1969) *The Age of Discontinuity*, HarperCollins.
- Drucker, P. F. (1971) *Management: Tasks, Responsibilities, and Practices*, Harper & Row.
- Flaherty, J. E. (1999) *Peter Drucker : Shaping the Managerial Mind*, Jossey-Bass.
- Fluin, W. M. (1983) *KIKKOMAN: Company, Clan, and Community*, Harvard University Press.
- Maciariello, J. A. and K. Linkletter (2011) *Drucker's Lost Art of Management: Peter Drucker's Timeless Vision for Building Effective Organizations*, McGraw-Hill.
- Reuters (2008) Corrected-Update 1-Kikkoman Secures Non-GM US Soy for Japan Use, Reuters, The Aug. 21
- Yates, R. E. (1998) *The KIKKOMAN Chronicles: A Global Company with a Japanese Soul*, McGraw-Hill.
- キッコマン (2000) 『キッコマン株式会社八十年史』キッコマン(株)
- 茂木友三郎 (2007) 『キッコマンのグローバル経営』生産性出版
- 茂木友三郎 (2008a) 「半世紀前から取り組んできた『醤油』のグローバル化戦略」『リベラルタイム』1月号
- 茂木友三郎 (2008b) 「醤油を世界の調味料に育てたキッコマンの戦略」『月刊「経営塾フォーラム」』2月号
- 茂木友三郎 (2008c) 「キッコマン、異文化に染み込む」『日経ヴェリタス』2月
- 茂木友三郎 (2008d) 「国際的日本食ブームから学ぶ価値創造の着想」『2020 VALUE CREATOR』Vol. 275, 4月
- 茂木友三郎 (2008e) 「グローバル化に近道はない——低消費社会でビジネスを拡大する方法」『Financial Japan』2008年5月号
- 茂木友三郎 (2008f) 「[キーパーソン・インタビュー]

ドラッカー『現代の経営』における顧客創造の実践的フレームワーク
—キッコーマンの海外マーケティングを事例として—

狭い定義をせず、幅広いスタンスで日本食の海外普及を図りたい」（前編・後編）日経 BP オンライン，年 8 月 22 日

茂木友三郎（2008g）「日本のプレゼンスを高めるために」『Fuji Sankei Business 1.』12 月 4 日

茂木友三郎（2009a）「海外で稼ぐ『キッコーマン』」『週刊ダイヤモンド』1 月 17 日号

茂木友三郎（2009b）「世界の家庭に食べ方伝道」『日経 MJ』3 月 9 日

茂木友三郎（2009c）「自立の哲学 人材観」『THE 21』2009 年 6 月号

茂木友三郎・加賀見俊夫（2009d）「付加価値を上げれば値下げは必要ない」『リベラルタイム』9 月，10 月号

茂木友三郎（2009e）「私の座右銘——渋沢栄一」『致知』12 月号

茂木友三郎（2010a）「成長維持へ南米視野」『日経産業』5 月 25 日

茂木友三郎（2010b）「『顧客の創造』できぬ企業に存在意義なし！」『PRESIDENT』8 月 30 日号

茂木友三郎（2011a）「良き日本人であることが国際人の条件」『GEKIRYU MAGAZINE』2011 年 2 月

茂木友三郎（2011b）「グローバル人材の育成」『Fuji Sankei Business 1.』3 月 14 日

茂木友三郎（2011c）「『現代の経営』と私の経営」『文明とマネジメント』（ドラッカー学会年報）Vol. 6

茂木友三郎（2013a）『国境は越えるためにある』日本経済新聞出版社

茂木友三郎（2013b）「企業の社会的責任を考える——グローバルな視野から」GSR 研究会第 11 回講義資料，2 月 4 日

茂木友三郎（2014）「講演録 市場経済の基盤を強化せよ——日本の課題と将来」『月刊世界と日本』4 月 1 日号

茂木友三郎（2009）「[トップインタビュー] 海外事業展開，『安定雇用』で人材確保」『時事速報』10 月 5 日

野中郁次郎・竹内弘高／梅本勝博訳（1996）『知識創造企業』東洋経済新報社

野中郁次郎（2009）「実践知——時代を挑発してやまぬ方法論」『文明とマネジメント』Vol. 3

論文 Article

多結晶ダイヤモンドスラリー循環によるサファイアの精密ラッピングに関する研究

原稿受付 2014年4月3日

ものづくり大学紀要 第5号 (2014) 13~18

三橋真成^{*1}, 加藤 剛^{*2}^{*1}ものづくり大学 技能工芸学部 製造学科^{*2}三立精機株式会社

Study on Lapping Characteristics of Sapphire using Polycrystalline Diamond Slurry Circulation

Masashige MITSUHASHI^{*1}, Tsuyoshi KATO^{*2}^{*1} Dept. of Manufacturing Technologists, Institute of Technologists^{*2} Sanritsu Seiki Co. Ltd.

Abstract

This paper deals with lapping characteristics of sapphire using a polycrystalline diamond slurry circulation. A lapping machine was built, in which polycrystalline diamond slurry was circulated at many times. A sapphire was lapped using the lapping machine with slurry circulation. The polycrystalline diamond abrasive diameter and the sapphire stock removal rate were measured. The distributions of diamond abrasive diameter were discussed. There was a certain long-size diameter value of the polycrystalline diamond abrasive for contributing to the sapphire lapping (in this experiment, long-size diameter value 2.5~4.0 μ m). The lapping characteristics of sapphire were kept up, as micro-edges of the polycrystalline diamond abrasive were given rebirth. The sapphire could be lapped using the polycrystalline diamond slurry circulation (in this experiment, 72 times slurry circulation).

Key Words : sapphire, polycrystalline diamond, slurry circulation, lapping, diamond powder size

1. はじめに

サファイア (α -Al₂O₃) は光透過率が高く、かつ機械的特性、熱的特性などに優れているため、時計や真空装置の光学窓材、電子基板等、特に最近では発光ダイオード、半導体レーザ用基板として需要が高まっている¹⁾。サファイアは高硬度(約2000Hv)、高耐熱性(融点約2000℃)であり、代表的な高硬度材料である。

サファイアウエハのポリシング加工時間を短縮するために、前工程で表面粗さを小さく加工する

ことが必要である。サファイアの精密ラッピングにはサファイアより高硬度で高価なダイヤモンド砥粒が用いられている²⁾。そのダイヤモンドスラリーを1回使用して廃液し、加工コスト高の要因となっており³⁾、またスラリー廃液の環境負荷を低減させることも求められている。

本研究では、サファイアウエハの精密ラッピングに向けて、ダイヤモンドスラリーを多数回循環使用できる実験装置を試作し、数時間にわたりダイヤモンドスラリーを循環使用した場合のサファイアウエハ加工特性および多結晶ダイヤモンド砥

粒径の変化について実験検討し、考察した。

2. 実験方法

2.1 スラリー循環精密ラッピング実験装置

スラリー循環精密ラッピング実験装置（図1）は、ラッピング装置にスラリー循環使用の機能を付与して試作した。高価なダイヤモンド砥粒を使用するので、一般のラッピングのように多量のスラリーを循環させるのではなく、決められた適量（本実験の場合 500cm^3 ）のスラリーを循環させるようにした。

ラップ工具の回転数を上げていくとスラリーが飛散するので、スラリー飛散防止リングをラップ工具外周に設けた。ラップ工具回転数が最大 300min^{-1} までスラリーの飛散防止ができるようにした。図1の試作した装置で、①はスラリー供給ポンプ、②はスラリー吸引ポンプ、③はスラリー飛散防止リングである。スラリー供給ポンプは、 $100\text{cm}^3/\text{min}$ まで供給できるものを用い、スラリー吸引ポンプは回転中のスラリーを吸引するため、10倍の $1000\text{cm}^3/\text{min}$ まで吸引できるものを用いた。

スラリー吸引ポンプの吸引側ホース口をスラリー飛散防止リングの内側に配置した。吸引側ホースによりラップ面の外周部においてスラリーを吸引して、容器にスラリーを回収し循環使用できるようにした。試作装置は、スラリー 500cm^3 を循環量 $10\sim 100\text{cm}^3/\text{min}$ 、ラップ工具回転数 $10\sim 300\text{min}^{-1}$ でスラリー循環使用ラッピングが可能である。

2.2 実験条件

2.2.1 ラッピング加工条件

ラップ工具は銅ラップ（直径 340mm ）、研磨スラリーは多結晶ダイヤモンド砥粒（砥粒径 $2\sim 5.5\mu\text{m}$ ）を濃度 0.5wt 含有したものを用いた。ダイヤモンドスラリーの循環使用が可能であるので、 500cm^3 のスラリー容器から $100\text{cm}^3/\text{min}$ と多めに供給し、循環させた。ラップ回転数は 120min^{-1} 、平均加工圧力は 9.8kPa に設定した。

まず、予備実験として、サファイアウェハ（2インチ、3枚）の精密ラッピングでは、どの位の加

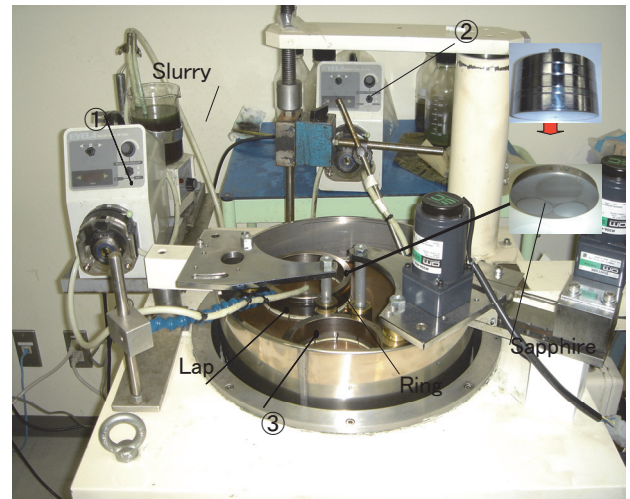


Fig.1 Equipment for slurry circulation lapping

工時間が必要かを把握した。累積加工時 5, 10, 15, 20min で加工し、サファイアウェハの板厚減少量、表面粗さ、平面度の測定を行なった。その結果、加工時間 10min でサファイアウェハを加工できること（板厚減少量 $3\mu\text{m}$ 、表面粗さ $0.03\mu\text{m Rz}$ 、平面度 $1\mu\text{m}$ ）を把握した。

本実験では、ダイヤモンドスラリーを多数回循環使用し、累積加工時間を 2, 4, 6h と数時間加工した。その場合のサファイアウェハ加工特性（加工レート、表面粗さ）および多結晶ダイヤモンド砥粒の長径および短径の変化について測定した。なお、本実験において多結晶ダイヤモンドスラリー循環回数は累積加工時間 6h で 72 回と計算される。

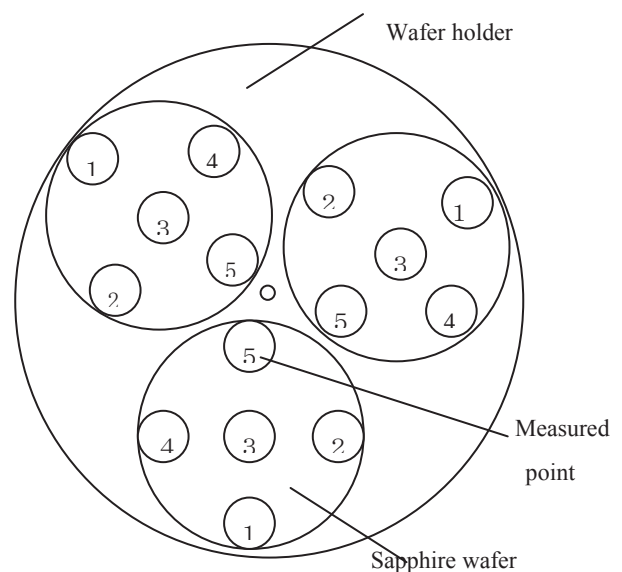


Fig.2 Measured points of wafer thickness

2.2.2 測定方法

サファイアウェハの単時間当たりのウェハ板厚減少量を加工レートとした。図2に示すように同時加工のサファイアウェハ(2インチ、3枚)について、合計15ポイントの板厚をデジタルインジケータにより測定した。板厚測定値から計算により、板厚減少量と加工レートを求めた。

サファイアウェハの表面粗さはタリサーフ#6(触針式)により測定した。また、ダイヤモンド砥粒径はその長径および短径についてデジタルマイクロスコープを用いてスケールとの比較により測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 サファイアウェハの加工レート

多結晶ダイヤモンドスラリーを循環使用し、サファイアウェハを数時間ラッピングした場合、累積加工時間2, 4, 6hの時の加工レート(1時間当たりのウェハ板厚減少量)を図3に示す。ウェハ板厚減少量はデジタルインジケータにより、図2に示した15ポイントを測定し、相加算術平均値を求めた。

図3に示すように、累積加工時間0~2hのサファイア平均加工レートは $19.8 \mu\text{m/h}$ 、累積加工時間2~4hのサファイア平均加工レートは $18.0 \mu\text{m/h}$ 、累積加工時間4~6hのサファイア平均加工レートは $16.8 \mu\text{m/h}$ であった。

ダイヤモンドスラリーを循環使用して、累積加工時間が数時間に亘ると平均加工レートが漸次低下していく傾向にある。本実験の場合、サファイア平均加工レートの低下度合を計算すると $0.5 \mu\text{m/h}$ で、平均加工レート値の約 $2.5\%/h$ であった。

3.2 サファイアウェハの表面粗さ

多結晶ダイヤモンドスラリーを循環使用し、サファイアウェハを数時間ラッピングした場合、加工前(0h)、累積加工時間2, 4, 6hにおけるサファイアウェハ中心部の表面粗さ(Rz)の測定結果を図4に示す。

図4より、サファイアウェハの表面粗さは加工前に $0.57 \mu\text{m Rz}$ であったものが、累積加工時間

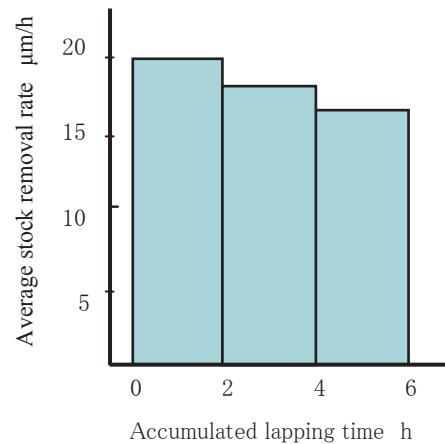


Fig.3 Stock removal rate of sapphire with lapping time

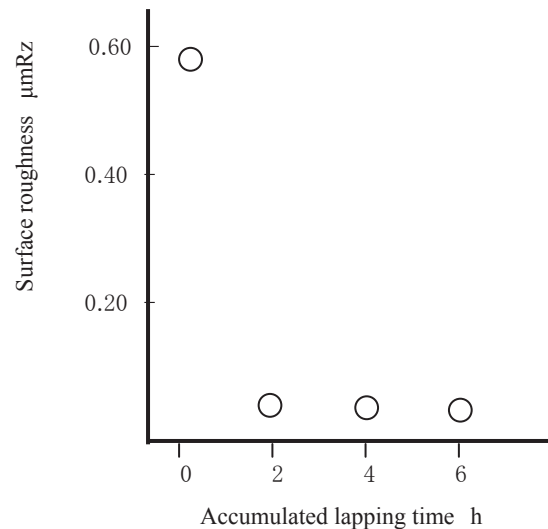


Fig.4 Surface roughness of sapphire with lapping time

2hの時に $0.036 \mu\text{m Rz}$ 、累積加工時間4hの時に $0.029 \mu\text{m Rz}$ 、累積加工時間6hの時に $0.026 \mu\text{m Rz}$ であった。多結晶ダイヤモンドスラリーを循環使用して数時間ラッピングした場合、サファイアウェハの表面粗さは $0.03 \mu\text{m Rz}$ 前後であり大差はないと言える。

3.3 多結晶ダイヤモンド砥粒径分布

多結晶ダイヤモンドスラリーを循環使用し、サファイアウェハを数時間ラッピングした場合の、累積加工時間0, 2, 4, 6h後のダイヤモンド砥粒の長径と短径を測定した。

その測定ではスラリー容器からスポイトで使用中スラリーを少量採取し、アルコール中に分散、

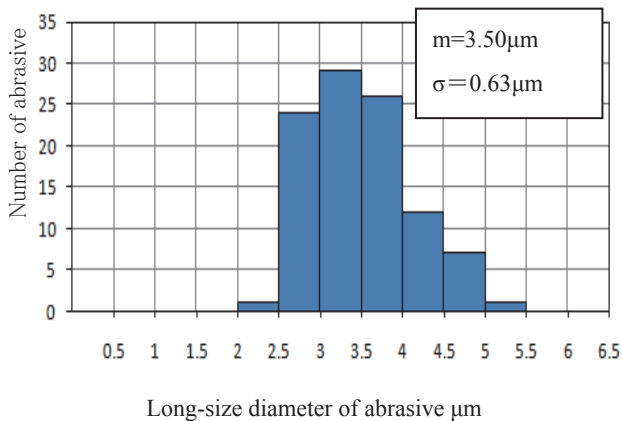


Fig.5 Distribution of long-size diameter of abrasive (before use)

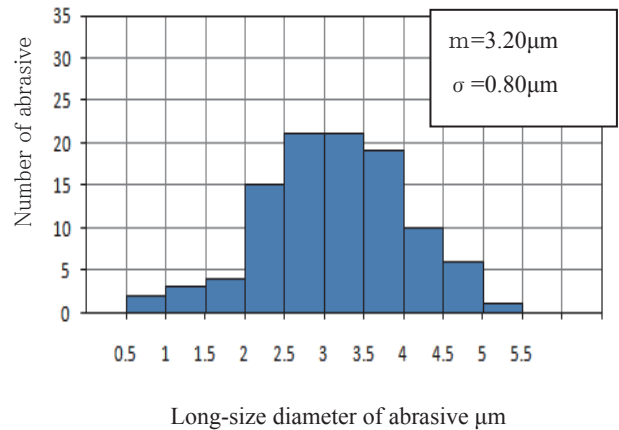


Fig.7 Distribution of long-size diameter of abrasive (6hours)

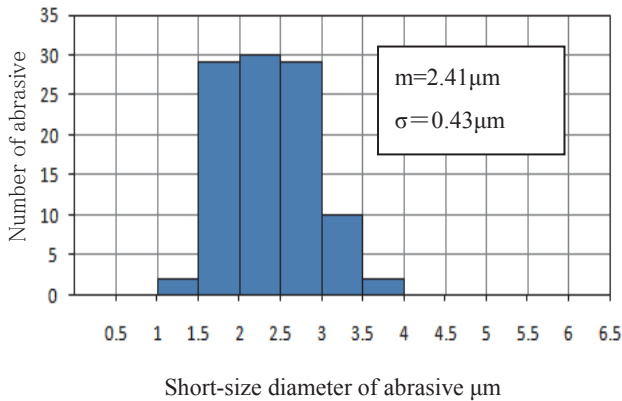


Fig.6 Distribution of short-size diameter of abrasive (before use)

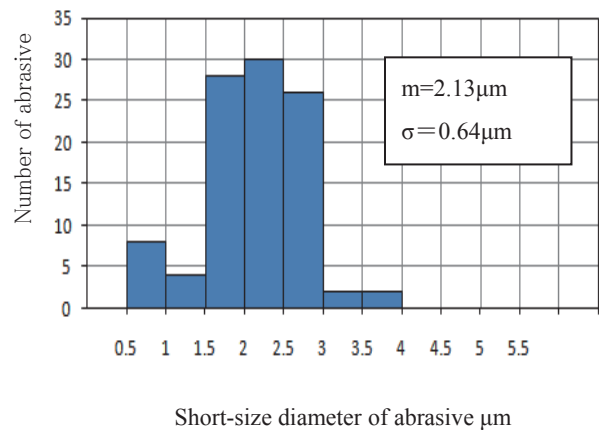


Fig.8 Distribution of long-size diameter of abrasive (6hours)

乾燥させてダイヤモンド砥粒の長径と短径をデジタルマイクロスコップにより測定した。

図5は使用前の多結晶ダイヤモンド砥粒長径の測定結果の分布 (N=100) を示す。使用前のダイヤモンド砥粒長径の平均値 $m=3.50\mu\text{m}$ 、標準偏差 $\sigma=0.63\mu\text{m}$ であった。図6は使用前の多結晶ダイヤモンド砥粒短径の測定結果の分布 (N=100) を示す。使用前のダイヤモンド砥粒短径の平均値 $m=2.41\mu\text{m}$ 、標準偏差 $\sigma=0.43\mu\text{m}$ であった。これらの測定結果はダイヤモンド砥粒メーカー仕様⁴⁾と良く合っている。

図7は累積加工時間6h後の多結晶ダイヤモンド砥粒長径の測定結果の分布を示す。そのダイヤモンド砥粒長径の平均値 $m=3.20\mu\text{m}$ 、標準偏差 $\sigma=0.80\mu\text{m}$ であった。図8は累積加工時間6h後の多結晶ダイヤモンド砥粒短径の測定結果の分布を示す。そのダイヤモンド砥粒短径の平均値 $m=2.13\mu\text{m}$ 、標準偏差 $\sigma=0.64\mu\text{m}$ であった。

多結晶ダイヤモンド砥粒長径分布の図5(使用前)と図7(加工時間6h後)から、サファイアウェアの数時間ラッピングによるダイヤモンド砥粒長径分布の変化について検討した。

砥粒長径 $4.5\sim 5.5\mu\text{m}$ の砥粒分布数は殆んど変わらない(使用前8個→加工6h後7個)。砥粒長径 $2.5\sim 4.0\mu\text{m}$ の砥粒分布数が減少(使用前79個→加工6h後59個)している。また、砥粒長径 $0.5\sim 2.5\mu\text{m}$ の砥粒分布数が増加(使用前1個→加工6h後24個)している。

このことより、分布中心にあつて分布数の多い砥粒長径 $2.5\sim 4.0\mu\text{m}$ の多結晶ダイヤモンド砥粒はラッピング加工時にサファイアウェアと加圧接触してダイヤモンド砥粒も摩耗し、その砥粒長径が小さくなったものと考えられる。

砥粒長径が大きい $4.5\sim 5.5\mu\text{m}$ の多結晶ダイヤモンド砥粒は、長径側ではラップ工具とサファイ

アウエハとの隙間に入り込めず、研磨液とともに遠心力によりラップ工具の外周方向に撥ねられ、タンクに回収されて循環しているものと考えられる。また、砥粒長径 $4.5 \sim 5.5 \mu\text{m}$ の砥粒が、短径側で隙間に侵入することも可能であり、その場合ウエハ表面粗さ ($0.03 \mu\text{mRz}$) を考慮すると、短径側で隙間を通過していくと考えられる。

これに対して、多結晶ダイヤモンド砥粒の短径分布の図 6 (使用前) と図 8 (加工 6h 後) より、分布中心にあって分布数の多い砥粒短径 $2.5 \sim 3.5 \mu\text{m}$ の砥粒分布数が僅かに減少 (使用前 88 個 → 加工 6h 後 84 個) している。砥粒長径分布の変化と比較して、砥粒短径分布の変化は小さいと言える。

これらのことから、多結晶ダイヤモンド砥粒の長径分布がサファイアウエハの精密ラッピングに主に関係し、主として加工に寄与する砥粒長径値が存在するものと言える。本実験の場合、多結晶ダイヤモンド砥粒長径 $2.5 \sim 4.0 \mu\text{m}$ の砥粒がサファイアウエハの加工に主として寄与している。

3.4 砥粒長径の平均値、分布幅の検討

前述より、サファイアウエハのラッピングに主として寄与していると考えられる多結晶ダイヤモンド砥粒長径分布について、その平均値、分布幅について検討する。図 9 はダイヤモンドスラリーを循環使用し、サファイアウエハを数時間ラッピングした場合の、累積加工時間 0, 2, 4, 6h 後のダイヤモンド砥粒長径の平均値と分布幅 (砥粒長径の最大値, 最小値) の実験結果を示す。

ダイヤモンド砥粒長径の平均値 m は加工前に $3.50 \mu\text{m}$ であったものが累積加工時間 2h 後に $3.36 \mu\text{m}$ 、累積加工時間 4h 後に $3.33 \mu\text{m}$ 、累積加工時間 6h 後に $3.20 \mu\text{m}$ と小さくなっている。すなわち、砥粒長径の平均値は累積加工時間 6h で、加工前に比べて約 9% 減少している。また、多結晶ダイヤモンド砥粒長径の平均値は、加工時間 1h 当たり約 $0.05 \mu\text{m}$ と僅かであるが減少していると計算される。

次に、多結晶ダイヤモンド砥粒長径の分布幅について述べると、その砥粒長径の最大値は累積加工時間 0, 2, 4, 6h 後、いずれの場合も約 $5.5 \mu\text{m}$ で有意な差がないと言える。他方、その砥粒長径の最

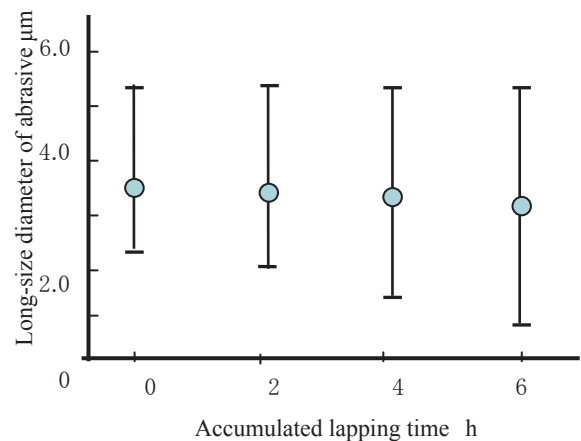


Fig.9 Long-size diameter of abrasive with lapping time

小値は累積加工時間 0~6h で $2.0 \sim 1.0 \mu\text{m}$ と徐々に小さくなっていく傾向が見受けられる。

3.5 実験結果の理論的考察

多結晶ダイヤモンドスラリーを循環使用して、硬質砥粒である多結晶ダイヤモンド砥粒によるメカニカルラッピングを行なった場合、砥粒による機械的引っかき痕がサファイアウエハ加工面に多数存在している。機械的引っかき痕はダイヤモンド砥粒の微小切れ刃による加工痕と考えられる。

実験で用いた多結晶ダイヤモンド砥粒は多数の微小切れ刃を持ち、どの砥粒面も均一な研磨機能を有していると考えられる⁴⁾。多結晶ダイヤモンド砥粒の微小切れ刃の先端半径を r 、砥粒直径を d とすると砥粒刃先が球形モデルにおける単位面積当たりのラッピング加工量 M は式 (1) で表わされる⁵⁾。

$$M = 0.302\rho(l/r)\lambda d(P/Hv)^{1.5} \quad (1)$$

ただし、 ρ は被加工物の比重、 l は砥粒の切削長さ、 λ は砥粒平均間隔の係数、 P は平均加工圧力、 Hv は被加工物のビッカース硬度である。

被加工物とラップ工具との相対速度を v 、加工時間 t とすると、砥粒の切削長さ $l = vt$ となり、式 (1) に代入して整理すると、加工レート (単位時間当たりの板厚減少量) は式 (2) で表わされる。

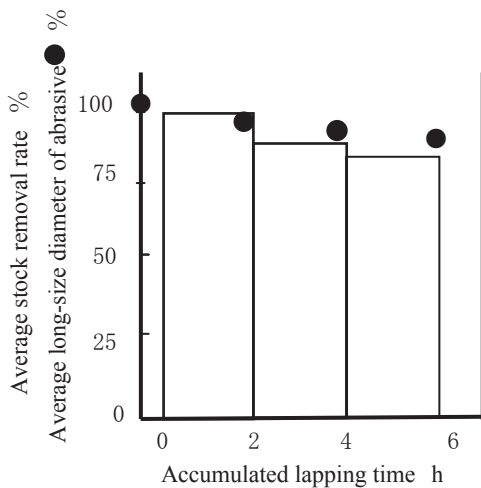


Fig.10 Percentage of stock removal rate and diameter of abrasive with lapping time

$$M/(\rho \times t) = 0.302(v/r)\lambda d(P/Hv)^{1.5} \quad (2)$$

すなわち、加工レート $M/(\rho \times t)$ は砥粒直径 d に比例する。

ダイヤモンドスラリーを循環使用して、サファイアウェハを数時間加工した場合、多結晶ダイヤモンド砥粒の微小切れ刃は破碎し、その砥粒径は減少していくが、また新たに微小切れ刃が再生していくものと考えられる⁶⁾。

図10は累積加工時間0, 2, 4, 6hにおけるサファイアウェハの平均加工レート（単位時間当たりの板厚減少量）と多結晶ダイヤモンド砥粒長径平均値を対比して示す。累積加工時間0~2hにおける平均加工レート値 $19.8 \mu\text{m}/\text{h}$ を100%とし、累積加工時間2~4h, 4~6hにおける平均加工レート値の百分率%を求めた。多結晶ダイヤモンド砥粒長径は加工前における砥粒長径平均値 $3.50 \mu\text{m}$ を100%とし、累積加工時間2, 4, 6hにおける砥粒長径平均値の百分率%を求めた。

累積加工時間が長くなるに伴っての多結晶ダイヤモンド砥粒長径平均値と平均加工レートの減少傾向はほぼ合っている。しかし、詳細にみると砥粒長径平均値の減少割合に比べて、平均加工レート値の減少割合の方が若干（~5%）多くなっている。これは砥粒微小切れ刃の磨耗による加工作用の低減と、砥粒面に加工層が付着して砥粒の微小切れ刃の加工作用を低減させているためと考えられる。

4. 結言

サファイアウェハの精密ラッピングに向けてダイヤモンドスラリーを循環使用できる実験装置を試作し、数時間にわたりサファイアウェハのラッピングを行ない、加工特性および多結晶ダイヤモンド砥粒径の変化について実験検討した。その結果、次のようにまとめられる。

(1) 多結晶ダイヤモンド砥粒を用いた精密ラッピングにおいて砥粒径の測定から分布数の多い、ある砥粒長径値の分布数が大きく減少し、主として加工に寄与する砥粒長径値が存在することが分かった。本実験の場合、砥粒長径 $2.5 \sim 4.0 \mu\text{m}$ の砥粒がサファイアウェハの加工に主として寄与している結果を得た。

(2) スラリーを数時間にわたり循環使用してサファイアウェハをラッピングする場合、多結晶ダイヤモンド砥粒径が僅かずつ減少し（本実験の場合、砥粒長径平均値で $0.05 \mu\text{m}/\text{h}$ ）、平均加工レートが低下していく結果を得た。

(3) サファイアウェハのラッピング加工レートは理論的に多結晶ダイヤモンド砥粒径に比例し、実験結果も加工レートは多結晶ダイヤモンド砥粒長径平均値でみると、ほぼ理論に合っているとと言える。

(4) 多結晶ダイヤモンド砥粒が破碎して砥粒径が僅かずつ小さくなるが、微小切れ刃が再生されて加工特性をほぼ維持でき、多結晶ダイヤモンドスラリーを多数回（本実験の場合、72回）循環使用が可能である結果を得た。

参考文献

- 1) T.S.Sudarshan, R.Radhakrishanan, Polishing Techniques for optical grade sapphire, Materials Science and Technology, 16, 9(2000) 958.
- 2) C.hujisaki: Lapping and polishing technology for sapphire and ruby, J.Jpn.Soc.Abras.Technol., 18 (in Japanese).
- 3) Honglin Zhu, Dale E.Niesz, Victor A.Greenhut, Robert Sabia, The effect of abrasive hardness on the chemical-assisted polishing of sapphire, J.Mater.Res., 20, 2(20 05) 504.
- 4) Mirodiamant Catalog, Specification for micron diamond powder(2003).
- 5) 佐藤健児, 切削理論(1) 砥粒砥石による加工, 誠文堂新光社, (1961) 157.
- 6) Kay Geels: Metallographic and materialographic specimen preparation, ASTM International, (2007) 94.

論文 Article

**建設学科における大規模クラスの英語授業に
マルチメディア・ベースド・ティーチング手法を
改善導入した効果に関するアクション・リサーチ**

原稿受付 2014年3月25日
ものづくり大学紀要 第5号 (2014) 19~23

金美紀

ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科 非常勤講師

An action research study into the effects of improving multimedia-based teaching approaches to a large class in an English language teaching context at Dept. of Building Technologists

Miki KON

Part-time Lecturer, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists

Abstract

In Department of Building Technologists, there are over 100 students in an English class. As extensive researches into teaching large classes in higher education have been reported in the last few decades¹⁾, various problems exist in actual conditions in a large class. This study tries to solve the problems by improving multimedia-based teaching using well-equipped facilities in the lecture room, and investigates into students perspectives for multimedia-based learning in the large class. The collected questionnaires show that the students basically approve multimedia-based learning, and the conclusion suggests strategies for improving the quality of teaching in a large class at a Japanese university by utilizing multimedia.

Key Words : action research, a large class, multimedia-based teaching

1. はじめに

一般的に英語教育における大規模クラスとは、受講者が40名から150名のクラスを定義する。本学建設学科の英語講義は常時受講生が100名以上のため大規模クラスに該当する。マルチ・ベースド・ティーチング手法は、ビデオ、スライドからインターネットを活用した大規模な学習システムまで定義が広範囲であり、日本の高等教育機関においては約30%の大半が活用している²⁾。本研究は、本学建設学科の英語講義における平成24年度までの授業観察とクラス・アンケートの検証と内省を踏まえた平成25年度の授業改善実践報

告であり、マルチメディア・ベースド・ティーチング手法による講義を受講した履修者の学習意識改善、学習効果に関して、平成25年度第4Qに受講生全員に実施したクラス・アンケートをもとに報告を行うものである。

2. 建設学科の英語講義

建設学科の英語講義は基本的に1年生を対象とし、第2Qから第4Qまで毎週水曜日の3、4限目に開講している。平成25年度第4Qの履修登録数は129名(平成25年10月29日)で2年生~4年生や製造学科の学生も含まれていた。期末試験

(平成 26 年 1 月 29 日) 受験者数は 107 名。クラスのレベル分けはなく、講師は日本人講師 1 名である。授業内容はシラバスに基づき、(1)洋画・洋楽で学ぶ英語表現、(2) 文法学習、(3) 文法復習課題、(4) Phonics、(5) 日常会話リスニング練習、(6) TOEIC Bridge(R)演習、(7)日常英会話表現演習を、90 分間授業、10 分間の休憩時間を挟んで 2 コマ継続して実施している。教科書は、文法復習として東旺出版「新自習英作文ノート」、リスニング演習としてマクミラン・ランゲージハウス「Making Friends 1」を使用しており、レッスン内では個人、ペア、グループで各課題を行う。グループ課題は正解数順に毎回順位を発表して順位を競う事により協力して学習する環境を作っている。毎回学習した内容確認をプリントで提出し出席確認としている。

3. アクション・リサーチとは

アクション・リサーチの定義は「授業内におけるさまざまな問題を解決するために、教師自らが中心となって、その授業に関するデータを収集・分析し、その問題の解決策を導き出していく研究方法」³⁾である。授業に関する客観的な内省を深める為に、量的データと質的データを活用し検証を行う。授業改善の手順としては、現状把握→目標設定→計画→実践→検証と内省を行い³⁾、改善後に現状把握からの過程を繰り返して行く。本研究は、平成 24 年度までの授業観察とクラス・アンケートの検証及び内省を踏まえた平成 25 年度の授業改善に関するアクション・リサーチを行い、平成 26 年度の授業改善に繋げるという長期的な展望の元に実施されている。

4. 大規模クラス

一般に大規模クラスには次のような特徴が見られる。不利な点としては、クラス秩序統制を保つ事や学生全員に効果的な学習教材、指導内容の選定が難しく、講師による個別の学生の認識も薄くなりがちである⁴⁾。対照的に有利な点は、相互的

なやりとりにより十分な数の学生が常に存在し、変化に富んだ人間的資源が豊富で、相互学習の機会が充実しており、講師への刺激が多いため専門技術の向上が余儀なくされることである⁵⁾。

5. アクション・リサーチ内容

5.1 テーマ

建設学科の英語講義において、シラバスを基に、マルチメディア・ベースド・ティーチング手法を改善し大規模クラスの特徴を活かした講義内容を構築することで、より学生に受け入れられやすく、動機づけができる講義を行う。特に、大規模クラスに必要な環境づくりとして、楽しくリラックスした雰囲気、講師からの明確でわかりやすい指示、適切なユーモア、学力向上の実感、刺激を与え励みになるチュートリアルが必要である⁶⁾。平成 25 年度第 4 Q の期末に受講生全員にクラス・アンケートをとり、検証の材料とする。

5.2 現状把握と目標

平成 24 年度までの検証により例年講義開始時には一般的に以下のような問題点が見られる。①学生の英語力に大きな幅があり教科書通りのティーチングでは落ちこぼれが生じる。②主に 1 年生 3 クラスで構成されており、2～4 年生もいるため教室内にクラスや学年ごとの見えない壁ができていく。③講義室が広くホワイトボードが見えにくいまたは講師の指示が伝わりにくい席がある。④英語学習への動機づけが薄いと受講態度に問題が生じ良好なクラス環境作りに支障をきたす。目標としては、平成 25 年度第 2 Q から第 4 Q の講義を通じて、入学時に保持している学生の英語力を総合的に向上させるために、マルチメディア・ベースド・ティーチング手法の改善導入により、第 2 Q 開始時のクラスに見られる問題点を解決する。

5.3 仮説

上記問題点を克服するための具体的な仮説は以下の通りである。①文法説明や発音練習など、スライドなどを活用して視覚的にもわかりやすく、英語が苦手な学生でも理解するようにすれば全員がわかる授業になる。②洋画や洋楽などを使用し

た楽しめる課題を行いクラス全体で学習経験を共有することで一体感が生まれる。③課題の指示などもスライドを活用し、全員が「今何をやっているのか」わかるようにする。④英語の重要性や世界の現状に関する情報を提供することで英語学習のモチベーションを上げる。以上の仮説に基づいて授業改善を試みた。

5.4 結果の検証

平成26年1月29日に授業に関するアンケートを実施し107名から回答を得た。量的データとして質問項目と結果をAppendix-1に掲載する。質的データとしては、クラス・オブザベーションと、アンケートの各項目に回答の理由を記入してもらい、検証材料とした。以下に、各仮説に関する学生の意見を集約する。仮説①：全体的にスライドでの文法説明や発音練習がわかりやすく、「英語が好きになった」「正しい発音が身に付いた」など効果が感じられる意見が多かった。仮説②：知っている洋楽、洋画は興味を持ちやすく、グループ課題も協力してできた。特にコメディや歌詞の和訳が面白いという意見が多く、例としては、英国のビデオ「ミスター・ビーン」を見て動詞や名詞を書き出す課題は学習内容が印象に残るという意見が複数見られた。仮説③：スライドによる課題の指示はわかりやすいが、口頭による指示は後方に着席している学生には伝わりにくい。仮説④：外国への興味喚起、英語の重要性やTOEIC(R)テストについて認識ができた。例としては、YouTubeの「マット・ハーディング」が世界各地でダンスをするビデオを見て地名を英語表記で書き出す課題には海外への興味を示す意見が多数あり、第3、4Qではインターンシップに参加したいという声も複数聞こえた。反面、日本に居る限り英語は必要ではないという意見も根強く見られた。その他の注目点としては、受講前に比べて英語に関する意識が高まったと感じている学生が79%いるにも関わらず、英語力が変わらないまたは下がったと感じる学生が38%いる。回答理由から、講義内容が中学高校の復習を重要視しており、もともと英語力の高い学生にはTOEIC Bridge(R)以外は簡単すぎるとの見方もある。また、洋楽、洋画など各マルチメディアの導入には全体的に効果的だった

との反響が多い中、会話演習はあまり効果が感じられていない。会話演習に積極的ではない学生が多いため、さらに動機づけやより明確な誘導方法が必要である。質問以外にも自由記入欄を設け、学生の観点から授業内容を振り返ってもらったが「友だちができた」「建設用語を学習したい」「全体的にうるさい」「グループワークに非協力的な学生がいる」「授業時間が長くて疲れる」など、クラス・マネジメントや講義内容に関する意見が多かった。次年度におけるクラス・マネジメントに関するアクション・リサーチの必要性を実感した。

6. まとめ

アンケート結果から分かるように、マルチメディア・ベースド・ティーチングは、概ね学生に好評であり、大学における大規模クラスに必要とされる環境づくりに効果的なことが改めて判明した。まず、全体的に楽しくリラックスした雰囲気は音楽、歌、ビデオ、会話などから作り出す事ができる。次に講師からの明確な指示はスライドを併用して視覚的にも補うとよりわかりやすい。また、適切なユーモア、笑いと共に学習することで理解、定着を深めることができる。学生からは「楽しいものは記憶に残る」という意見が多かった。進歩しているという実感を与えるには、各発音時の口の形や舌の位置を表したスライドを使用した発音演習や、画像を活用し視覚的にも理解を促す文法説明が効果的である。英語の重要性や、自分の将来について考えてもらうためには、刺激を与え励みになるチュートリアルが不可欠であるが、世界各地を紹介するビデオや世界的な規模の建築のプロモーションビデオなどが学生にとって興味深く受け止められた。今後の留意点としては、なによりもまず使用する教材の適切な選択が重要であり、同時に、伝統的なティーチング手法をないがしろにしてはならない⁷⁾。本学の特徴でもある座学と演習の融合を図り、それにより学習内容の定着を行うとともに、充実したシラバスに忠実に講義を行うことが重要である。これは、マルチメディアに頼りすぎず、基本に忠実な講義を行うためであ

る。また、大規模クラスでは1名の講師が多数の学生を対象とするため人間的なコミュニケーションが希薄になりがちである。講師はマイクrophonを通した講師対全体の発話のみならず、出来る限り直接に学生とコミュニケーションをとり、調和的な関係すなわち「ラポール」を築き上げる事が重要である⁸⁾。最後に、これまで授業評価に関するアクション・リサーチは小・中・高校で主に実践されているが、指導の理論と実践の現場でのギャップをなくすためにも、田中が指摘するように⁹⁾大学でももっと実践されるべき効果的な研究手法であると言える。今後も本学の建設学科に適した内容の充実した講義が行えるよう授業改善を継続したい。

文 献

- 1) Teaching and Educational Development Institute, (2001) Teaching and assessment in large classes, Teaching Large Classes, The University of Queensland, Australia.
- 2) Takeda, K., (2009) Foreign Language Education at University in Japan, Language and Culture, Bunkyo University, Vol.22, p132-150.
- 3) 三上明洋, ワークシートを利用した実践アクション・リサーチ, 大修館書店, 2010.
- 4) Dewan, S. (2008) Teaching large multilevel classes, Journal of NELTA, Journal of NELTA, Nepal English Language Teachers' Association, Vol8, No. 1-2, December 2008, pp.158-162.
- 5) Agheshteh, H. A. (2008) Teaching in the large multi-level classes, English Language Teaching Conference – Iran 2008, Teaching English Language and Literature Society of Iran.
- 6) Waugh, G. H. and Waugh, R. F. (1999) The Value of Lectures in Teacher Education: The group perspective, Australian Journal of Teacher Education, Volume 24, Issue 1, p.35-51.
- 7) Xu, Z. (2001) Problems and strategies of teaching English in large classes in the People's Republic of China, Proceeding of Teaching and Learning Forum 2001, Murdoch University.
- 8) Wang, Q. and Zhang N. (2011) Teaching large classes in China – English as a foreign language, International Association of Teachers of English as a Foreign Language 2011 Brighton Conference Selections.
- 9) 田中誠, 授業改善のためのアクション・リサーチ, 長崎国際大学論叢第7巻, p.105-113.(2007)

Appendix-1 アンケート内容と結果

- Q1. 建設学科の英語講義を受ける前に比べて、英語の重要性に関する意識は：
高まった 79% 変わらない 21% 低くなった 0%
- Q2. 建設学科の英語講義を受ける前に比べて、自分の英語力は：
上がった 63% 変わらない 35% 下がった 3%
- Q3. スライドを使った発音の練習は：
効果的だった 66% まあまあだった 33% 効果がなかった 0%
- Q4. スライドと英作文ノートを使った文法学習は：
わかりやすかった 65% まあまあだった 32% わかりにくかった 2%
- Q5. Mr. Bean や Matt Harding などのビデオによる学習は：
効果的だった 74% まあまあだった 21% 効果がなかった 6%
- Q6. 洋楽の歌詞を使った学習は：
効果的だった 74% まあまあだった 21% 効果がなかった 5%
- Q7. Making Friends 1 を使ったリスニングと会話練習は：
効果的だった 40% まあまあだった 50% 効果がなかった 10%
- Q8. TOEIC Bridge (R) を使ったビジネス英語学習は：
効果的だった 55% まあまあだった 29% 効果がなかった 17%

Q9. QA-100 を使って講義室内を歩きたくさんのクラスメイトと会話する練習は :

効果的だった 33% まあまあだった 28% 効果的がなかった 39%

Q10. 毎回出席確認プリントを使用してそのクラスの内容確認, 復習を行うことは :

効果的だった 81% まあまあだった 19% 効果がなかった 0%

Q11. ネイティブスピーカーが文法などを説明するビデオは, 前と比べて :

わかるようになった 57% 変わらない 40% わからなくなった 3%

Q12. 今後の英語学習については :

続ける 64% わからない 38% 続けない 3%

Q13. 将来的な英語資格取得については :

取得したい 26% わからない 71% 取得しない 10%

Q14. 将来的な留学やインターンシップについては :

考えている 17% まだわからない 60% 考えていない 30%

論文 Article

Cube 型ボス供試体の実用化に関する研究

原稿受付 2014 年 3 月 25 日

ものづくり大学紀要 第 5 号 (2014) 24~29

澤本武博^{*1}, 篠崎徹^{*2}, 森濱和正^{*3}, 袴谷秀幸^{*4}^{*1}ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*2}千代田建工株式会社^{*3}独立行政法人土木研究所^{*4}戸田建設株式会社

A Study on Practical Use of Cube BOSS Specimen

Takehiro SAWAMOTO^{*1}, Toru SHINOZAKI^{*2},
Kazumasa MORIHAMA^{*3} and Hideyuki HAKAMAYA^{*4}^{*1}Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*2}CHIYODAKENKO Corporation^{*3}Public Works Research Institute^{*4}TODA Corporation

Abstract

As a method of estimating the strength of structure concrete, the core specimen is generally used. If the method of core specimen is used, the damage to the structure and the necessity for repair will arise. Therefore, the BOSS specimen with little damage to the structure was devised, and it has been a standard for NDIS number 3424. However, the present BOSS specimen is a 100×100×200mm prism, it does not correspond to ISO of cube specimen. In this study, the BOSS specimens which size were 100×100×100mm cube and 125×125×125mm cube were devised, and the effects of form of BOSS specimens on compressive strength of concrete were investigated. As a result, the splitting sides of the cube BOSS specimens were smooth, and the standard deviations of compressive strength of concrete were also small. Therefore, it is considered that the cube BOSS specimens can be used to the cube specimens for compressive strength of concrete. When core strength is estimated from cube BOSS strength, 0.8 coefficient by cube BOSS strength makes core strength.

Key Words : Concrete, Non-destructive testing, BOSS specimen, Compressive strength

1. はじめに

構造体コンクリートの強度を直接測定するには、構造体からコア供試体を採取して圧縮強度試験を行う必要がある。しかし、構造体の主要部材(柱や梁など)からコア供試体を採取すると、構造体の損傷や鉄筋の切断、その補修など多くの問題が

発生する。そのため、コア供試体による強度試験の問題点を軽減し、現場で容易に試験を行う方法として、ボス供試体による強度試験方法が考案され¹⁾、2005年に日本非破壊検査協会 NDIS 3424「ボス供試体の作製方法および圧縮強度試験方法」が制定、2011年に改正された²⁾。

しかし、従来から使われているボス供試体は、



Fig.1 Prism BOSS mold and Cube BOSS mold



Fig.3 Installation of Cube BOSS mold

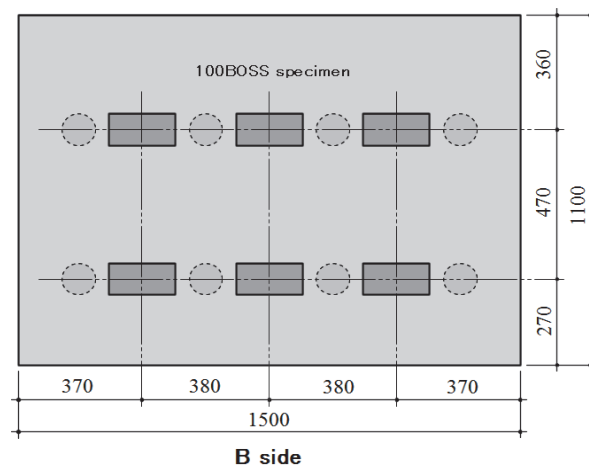
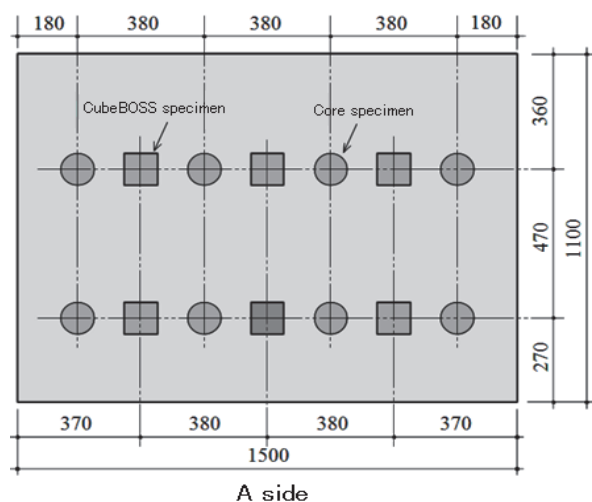


Fig.2 Plan of wall specimen

100×100×200mm の直方体であるため、この供試体では、ボス型枠の長さの寸法の影響により、ボス型枠を取付ける構造体型枠の縦桟木の間隔などへの配慮が必要となる。

一方、圧縮強度試験用の供試体は、国内では一般にφ100×200mm の円柱供試体が用いられているため、ボス供試体の寸法も円柱供試体と同様に供試体の高さと載荷面の一辺長さとの比(h/d)を2:1としている²⁾。しかし、ISOでは圧縮強度試験用の供試体に立方体も規定されているため³⁾、ボス供試体も同様の形状にすることにより、立方体を標準としている国でも簡便にかつ精度よく構造体コンクリートの圧縮強度を直接推定することが可能になると考えられる。

本研究では、100×100×100mm および 125×125×125mm の Cube 型のボス供試体を開発し、従来から使用されている 100×100×200mm および 125×125×200mm のボス供試体、コア供試体とのコンクリートの圧縮強度について比較検討を行い、実用化を試みた。

2. 実験概要

2. 1 使用したボス型枠の種類および実物大壁試験体への取付け

実験に使用したボス型枠を図1に示す。従来の直方体のボス型枠は、100×100×200mm (以下、従来100ボスと呼ぶ)および125×125×250mm (以下、従来125ボスと呼ぶ)の2種類とした。また、今回提案するCube型ボス型枠は100×100×100mm (以下、Cube100ボスと呼ぶ)および125×125×125mm (以下、Cube125ボスと呼ぶ)の2種類とした。

実物大壁試験体は、図2に示したように、高さ1100mm、長さ1500mm、厚さ400mmの寸法とし、各壁供試体の両面の上部と下部に、ボス供試体を3個ずつ計6個取り付けた。Cubeボスの取付けの様子を図3に示す。

2. 2 実物大壁試験体へのコンクリートの打込みおよびボス供試体の作製方法

実験では F_c (呼び強度) 18, 27, 36 および 60

Table 1 Mix proportions and test results

	Fc	Gmax (mm)	W/C(%)	s/a(%)	Unit content(kg/m ³)					Test results			
					W	C	S	G	Ad	Slump(cm)	Slump flow(mm)	Air content(%)	Temperature(°C)
Ordinary strength	18	20	70.0	49.3	174	249	908	935	2.988	17.5	—	4.6	22.7
	27	20	53.5	47.4	182	341	822	924	4.092	19.5	—	3.6	22.6
	36	20	45.0	46.8	170	378	812	935	3.402	18.5	—	4.0	25.2
High strength	60	20	31.0	48.4	170	549	773	851	7.686	—	593 × 623	5.2	26.2



Fig.4 Placing of concrete to wall specimen



Fig.6 Break off BOSS specimen by splitting



Fig.5 Sealed curing of BOSS specimen

の4種類のレディーミクストコンクリートを使用した。コンクリートの配合および試験結果を表1に示す。実物大壁型枠へのコンクリートの打ち込みおよび締め固めは3層に分けて行った。まず下部に取り付けたボス型枠の下面まで打ち込み、棒状バイブレータで締め固めた後、上部に取り付けたボス型枠の下面まで打ち込み、締め固めと同時にボス型枠を軽く叩きコンクリートが充填されているかどうか確認した。その後続けて壁型枠の上面まで打ち込み、上部に取り付けたボス型枠も下部のボス型枠と同様に締め固め充填を確認した。図4に壁試験体へのコンクリートの打ち込みの様子を示す。

2. 3 実物大壁試験体およびボス供試体の養生方法

コンクリートの打ち込み後、実物大壁試験体は材齢7日で型枠を脱型し、その後気中養生とした。



Fig.7 Compressive strength test

ボス供試体の養生方法は、図5に示すようにボス型枠を脱型しないで、そのままの状態を取付けて置き、材齢28日まで封かん養生とした。また、円柱供試体はJIS A 1132に準拠して作製し、円柱供試体の型枠は脱型しないで打ち込み面をビニールで密閉し、壁試験体の近傍で試験材齢まで封かん養生とした。

2. 4 圧縮強度試験

各ボス供試体は、図2に示す実物大壁試験体の

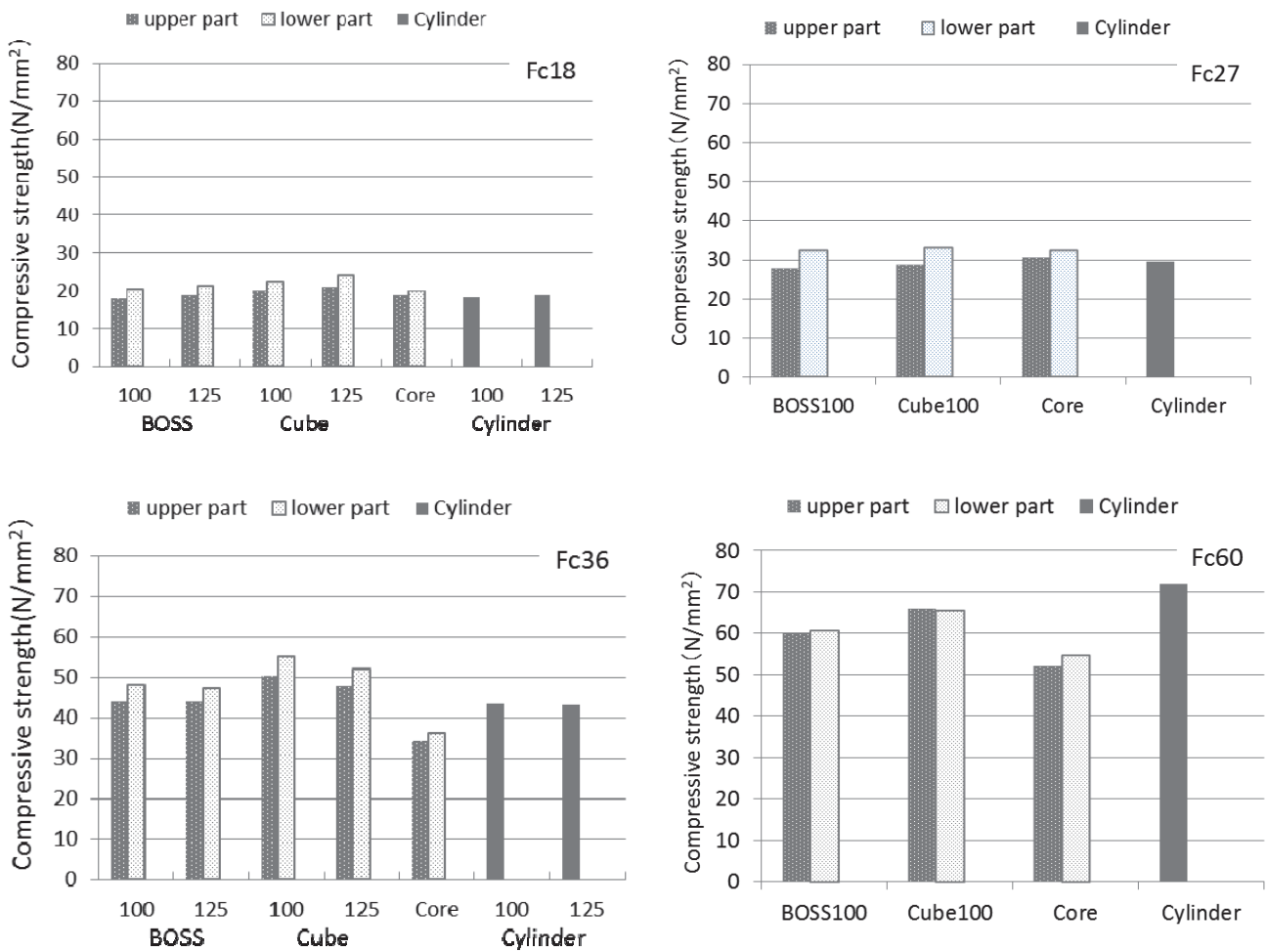


Fig.8 Relation between type of specimen and compressive strength of concrete

位置から圧縮強度試験前に割り取った。ボス供試体の割り取りの様子を図6に示す。また、コア供試体は、各ボス供試体位置の左右からφ100×200mmの供試体を上下4本ずつ採取した。ボス供試体はNDIS 3424、コアおよび円柱供試体はJIS A 1108に準拠して材齢28日で圧縮強度試験を行った。圧縮強度試験の様子を図7に示す。なお、ボス供試体の圧縮強度は、壁試験体ごとに上部3個、下部3個のそれぞれの平均値で、コア供試体も同様の壁試験体ごとに上部4本、下部4本のそれぞれの平均値とした。また、円柱供試体の圧縮強度は3本の平均値とした。

3. 実験結果および考察

3. 1 圧縮強度

Fc18~60の従来ボス供試体、Cube型ボス供試

体、コア供試体および円柱供試体の圧縮強度（以下、従来ボス強度、Cubeボス強度、コア強度および円柱強度と呼ぶ）を図8に示す。なお、従来125ボス、Cube125ボスおよび円柱125は、Fc18およびFc36のみ実験を行った。各供試体の圧縮強度を比較すると概ねCubeボス強度が一番高く、従来ボス強度、コア強度の順となっている。これは、供試体の形状による圧縮強度は、載荷板の摩擦の影響を受けるため、載荷面積が同じ場合には供試体の高さが低いほど摩擦の影響を受け強度が大きくなり、また供試体の高さが同じ場合には載荷面積が大きいかほど摩擦の影響を受け強度が大きくなると考えられる。そのため、供試体の形状や寸法による強度への影響を考えると、ほぼ適正な結果であると思われる。なお、Cube100ボス強度とCube125ボス強度の差はさほど見られなかった。

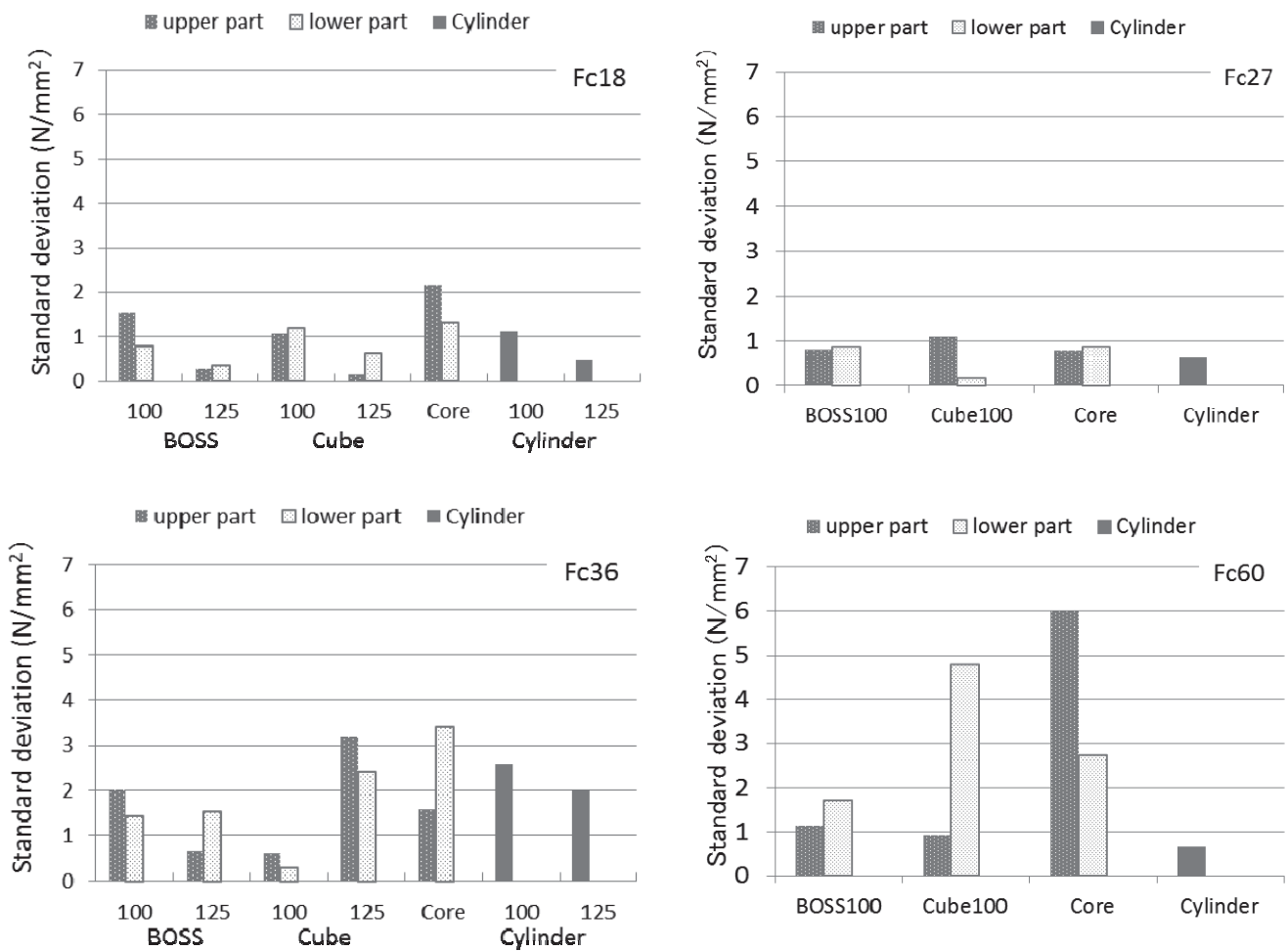


Fig.9 Relation between type of specimen and Standard deviation of concrete

3. 2 標準偏差

Fc18~60 の従来ボス強度, Cube ボス強度, コア強度および円柱強度の標準偏差を図9に示す. 各供試体の標準偏差を比較すると, Fc18 および Fc27 のコンクリートで, Cube ボス強度の標準偏差は $0.2 \sim 1.2 \text{ N/mm}^2$, Fc36 のコンクリートで $0.3 \sim 3.2 \text{ N/mm}^2$, Fc60 のコンクリートで $1 \sim 5 \text{ N/mm}^2$ とばらつきは小さく, 従来ボス強度, コア強度および円柱強度の標準偏差と大差なかった.

Fc18 の下部および Fc27~60 の上部と下部の割取り面は, Cube100 ボスおよび Cube125 ボスいずれの場合も平滑であった. Fc18 の上部では, ブリーディング水の移動により強度が低下する傾向にあるためか, 割取り面に少し凹凸が生じたが, Cube ボス強度に及ぼす影響はほとんど見受けられなかった.

3. 3 Cube ボス強度から構造体コンクリート強度の推定方法

従来ボス強度とコア強度の関係および Cube ボス強度とコア強度の関係を図10に示す. コンクリートをボス供試体および円柱供試体に直接打ち込んだ既往の研究データも併せて示す⁴⁾. 従来ボス強度とコア強度の関係は, NDIS 3424 に示されているように従来ボス強度がコア強度より若干大きくなった.

通常, 構造体コンクリートの強度推定は, コア強度を指標として推定していることから, 本研究でも Cube ボス強度とコア強度の相関性を求め, Cube ボス強度から構造体コンクリートの強度を推定している. 図10右側より Cube ボス強度とコア強度の相関性を求めると図11に示す回帰直線式となる. 図より Cube 強度の方がコア強度より1.27倍程大きな値となっているため, 円柱供試体を標準とする国では Cube ボス強度に0.8程度の補正係数を乗じることで, 構造体コンクリートの強度を算出できると考える. なお, 0.8程度の補正

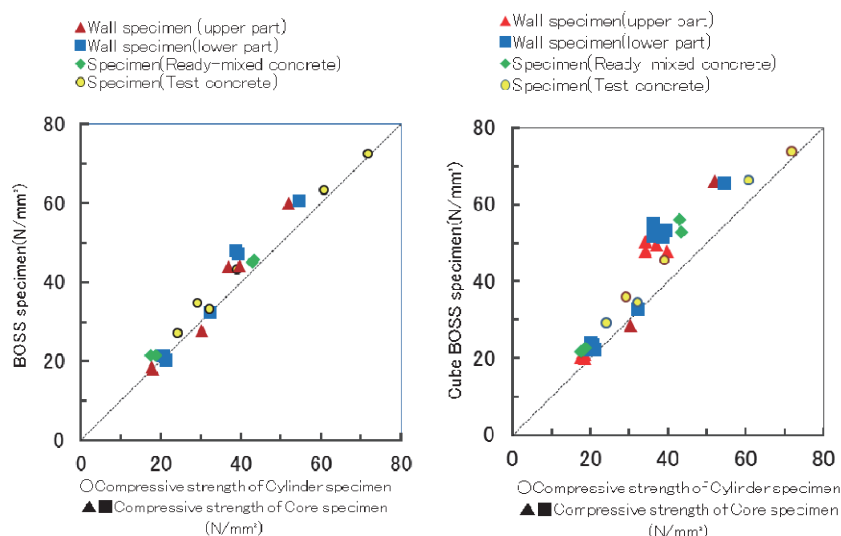


Fig.10 Relation between BOSS specimen, Cube BOSS specimen and Core specimen

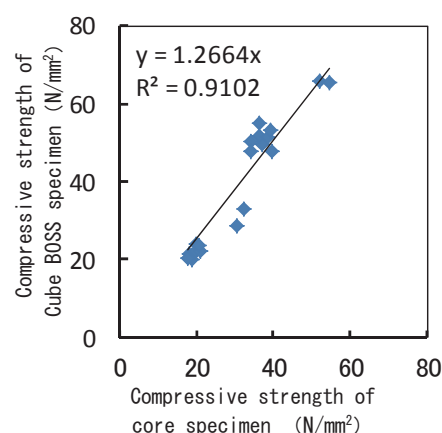


Fig.11 Relation between Cube BOSS specimen and Core specimen

係数は、ISO に示されている立方体供試体強度を円柱供試体強度に変換する補正係数ともほぼ同じである⁵⁾。本結果より、立方体供試体を標準とする国でも、Cube 型ボス供試体により直接構造体コンクリートの強度を推定できると考えられる。

4. まとめ

100×100×100mm および 125×125×125mm の Cube 型ボス供試体を開発し、従来ボス供試体およびコア供試体との圧縮強度を比較検討し、実用化を試みた結果、以下の(1)~(3)が明らかとなった。

- (1) 各種供試体の圧縮強度試験を行った結果、概ね Cube ボス強度が最も大きくなり、次に従来ボス強度、コア強度の順となった。
- (2) Cube100 ボスおよび Cube125 ボスの割取り面は平滑で、圧縮強度の標準偏差も小さく、立方体供試体として十分活用できると考えられる。
- (3) Cube ボス供試体を実用化し、Cube ボス強度からコア強度(≒構造体コンクリート強度)を推定する場合には0.8程度の補正係数を乗じる必要があると考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、澤本研究室の大学院生、学部4年生、ならびに構造物総合実習Ⅲの非常勤講師の先生方、授業を履修した学部生に多大なご協力をいただきました。ここに記して深謝いたします。

文 献

- 1) 白山和久ほか：凸部供試体による構造体コンクリートの強度推定について、セメント技術年報，40，pp.257-260，1986
- 2) 日本非破壊検査協会：NDIS3424「ボス供試体の作製方法及び試験方法」，2011
- 3) INTERNATIONAL STANDARD:ISO 1920-3「Testing of concrete – Part3:Making and curing test specimens」，2004
- 4) 澤本武博ほか：ボス供試体の形状および寸法がコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響，日本非破壊検査協会平成 24 年度春季講演大会講演概要集，pp.77-80，2012
- 5) INTERNATIONAL STANDARD:ISO 22965「コンクリートの仕様，性能，製造および適合性」，2007

論文 Article

コンクリートの表層品質に及ぼす配合および養生方法の影響に関する研究

原稿受付 2014年3月25日

ものづくり大学紀要第5号 (2014) 30~36

井上翠^{*1}, 澤本武博^{*2}, 樋口正典^{*3}, 藤原貴央^{*4}, 地頭菌博^{*5}^{*1}ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科 学部生^{*2}ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*3}三井住友建設株式会社^{*4}エフティーエス株式会社^{*5}ダイヤリフォーム株式会社

Effects of Mix Proportions and Curing Methods on Surface Properties of Concrete

Midori INOUE^{*1}, Takehiro SAWAMOTO^{*2}, Masanori HIGUCHI^{*3},
Takahisa FUJIWARA^{*4} and Hiroshi JITOSONO^{*5}^{*1} Undergraduate, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*2} Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*3} SUMITOMO MITSUI Construction Co.,Ltd.^{*4} FTS. Co.,Ltd.^{*5} DIAREFORM Co.,Ltd.

Abstract

The property of concrete surface which influences the durability of concrete structure is greatly affected on curing conditions. In this study, the effects of the demolding timing and the curing method on concrete surface are investigated. As a result, it is better to delay the demolding timing, when atmospheric curing or membrane curing is carried out. If the atmospheric curing is carried out at the early age, it will only allow the concrete strength to reach 70% of the standard strength in case the water-cement ratio of 53.5%. However, it is better to be earlier the demolding timing, when sealed curing or wet curing is carried out. If the wet curing is carried out at the early age, it can allow the concrete strength to reach 150% of the standard strength in case the water-cement ratio of 45%. Furthermore, surface hardness can become large and air permeability can tend to become small.

Key Words : Concrete, Curing, Demolding timing, Surface property, Compressive strength

1. はじめに

平成 17 年より公共工事の品質確保の促進に関する法律が施行され、入札方式に総合評価落札方式が適用されるようになった。そのため、入札価

格に加えて技術力が評価されることから、コンクリートの品質向上に関する研究や技術開発が注目されるようになった。そして、コンクリート構造物の耐久性を左右する表層コンクリートの品質は、養生条件に大きく影響を受けるため、構造物の長

Table 1 Mix proportions of concrete

Date	Fc	W/C (%)	Slump (cm)	Unit content(kg/m ³)					Test result			Strength at mold-demolding (N/mm ²)			Strength under standard curing (N/mm ²)
				W	C	S	G	Ad	Slump (cm)	Air content (%)	Temperature (°C)	1day	7days	28days	
2013.9.4	18	70.0	12.0	171	245	895	958	2.94	13.5	4.5	30.4	4.6	15.6	22.5	23.2
2012.5.11	27	53.5	18.0	182	341	822	924	4.09	19.5	3.6	22.6	3.9	19.3	29.4	33.1
2013.5.10	36	45.0	18.0	170	378	812	935	3.402	18.5	4.0	25.2	9.9	33.3	42.8	48.6
2012.9.12	60	31.0	60.0*	170	549	773	851	7.686	57.5*	6.0	34.4	40.7	72.2	78.2	76.5

*Slump flow



Atmospheric curing

Sealed curing

Membrane curing

Wet curing

Fig.1 Curing methods (Cylinder specimen)



Demolding at age of 1 day

Demolding at age of 7 days

Demolding at age of 28 days

Fig.2 Demolding timing (Wall specimen)

寿命化のためには最適な養生方法が求められる。

一方、コンクリートの耐久性を求める代表的な指標として圧縮強度があるが、近年、非破壊検査で耐久性の指標を求める研究も多くなされてきた^{1,2)}。

本研究では、コンクリートの脱型時期を材齢 1 日、7 日および 28 日と変化させ、さらに、その後の養生方法を気中養生、封かん養生、膜養生および湿布養生を行った場合について、コンクリートの表層品質に及ぼす配合および養生方法の影響を検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

セメントには普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm³）を、細骨材には栃木県栃木市尻内町産

山砂（表乾密度 2.61 g/cm³，粗粒率 2.75）を、また普通コンクリートの粗骨材には栃木県栃木市尻内町産砕石（最大寸法 20mm，表乾密度 2.64g/cm³，実積率 59.0%）を、高強度コンクリートの粗骨材には栃木県佐野市会沢町産石灰岩砕石（最大寸法 20mm，表乾密度 2.70g/cm³，実積率 60.0%）を用いた。混和剤として、普通コンクリートには AE 減水剤を、高強度コンクリートには高性能 AE 減水剤を用いた。

コンクリートの配合を、表 1 に示す。実験では、水セメント比を 70～31% とした 4 種類のレディミクストコンクリートを使用した。

2.2 円柱供試体および壁試験体の作製

円柱供試体の寸法は φ100×200mm とし、型枠にはプラスチック製型枠を用いた。壁試験体の寸法は、幅 400mm，高さ 600mm，長さ 1800mm の直方体とし、型枠にはコンクリート用型枠合板を



Atmospheric curing

Sealed curing

Membrane curing

Wet curing

Fig.3 Curing methods (Wall specimen)



Fig.4 Measurement of concrete surface hardness

Fig.5 Measurement of air permeability

用いた。コンクリートの打込み締め固めは、円柱供試体の場合は JIS A 1132 に準じて行い、壁試験体の場合はトラックアジテータから直接シュートで打ち込み、内部振動機で締め固めた。

2.3 脱型時期および養生方法

円柱供試体の養生方法は、脱型時期を 1 日、7 日および 28 日と変化させ、図 1 に示したように、気中養生、封かん養生、膜養生および湿布養生を行った。封かん養生は市販の養生テープを用いることとし、膜養生は脱型直後に収縮低減型養生剤を塗布することとした。また、湿布養生は湿らせたマットを供試体に張り付け、型枠を再度あてがい、3 日置きに散水した。なお、封かん養生および湿布養生の期間は、脱型日から 1 ヶ月とした。

壁試験体は、図 2 に示したように、長手方向 1800mm を 600mm ずつ 3 分割し、型枠を円柱供試体と同日に脱型し、円柱供試体と同様の養生を行った。壁試験体の養生の様子を図 3 に示す。

2.4 圧縮強度の測定

圧縮強度試験は、円柱供試体のみ行うこととし、JIS A 1108 に準じて行った。なお、試験材齢は 91 日とし、各脱型時期および養生方法それぞれ 3 本から平均値を求めた。また、脱型直後の質量も計測しておき、養生後の質量の増減も求めた。

2.5 表面硬度の測定

コンクリートの表面硬度の測定として、表面から数 mm 程度の硬度を反映する引っかかり傷試験^{3,4)} (図 4 左)、表面から 10mm 程度までの硬度を反映するリバウンドハンマー試験 (図 4 右) を、それぞれ脱型時期および養生方法を変化させた壁試験体で行った。

引っかかり傷試験は、引っかかり試験器を壁試験体表面に押し当てて荷重 1.0kg で引っかかり、表面についた傷から 3 箇所の傷幅を測定し平均値を求めた。また、リバウンドハンマー試験は、JIS A 1155 に準じて壁試験体表面を 9 箇所測定し、反発度の平均値を求めた。なお、測定値にコンクリート表層部の乾湿が影響しないように、いずれの試験材齢も 91 日とした。

2.6 透気係数の測定

透気試験は水セメント比 70~45% の壁試験体のみ行うとし、測定箇所周辺の影響を受けにくいダブルチャンバーセルを用いた。透気試験の様子を図 5 に示す。透気試験を行う時のコンクリートの材齢は 3~6 ヶ月とし、各脱型時期および養生方法それぞれ 3 ヶ所ずつ試験を行い、平均値を透気係数とした。なお、コンクリートの含水率は 3.0~4.2% の範囲であった。

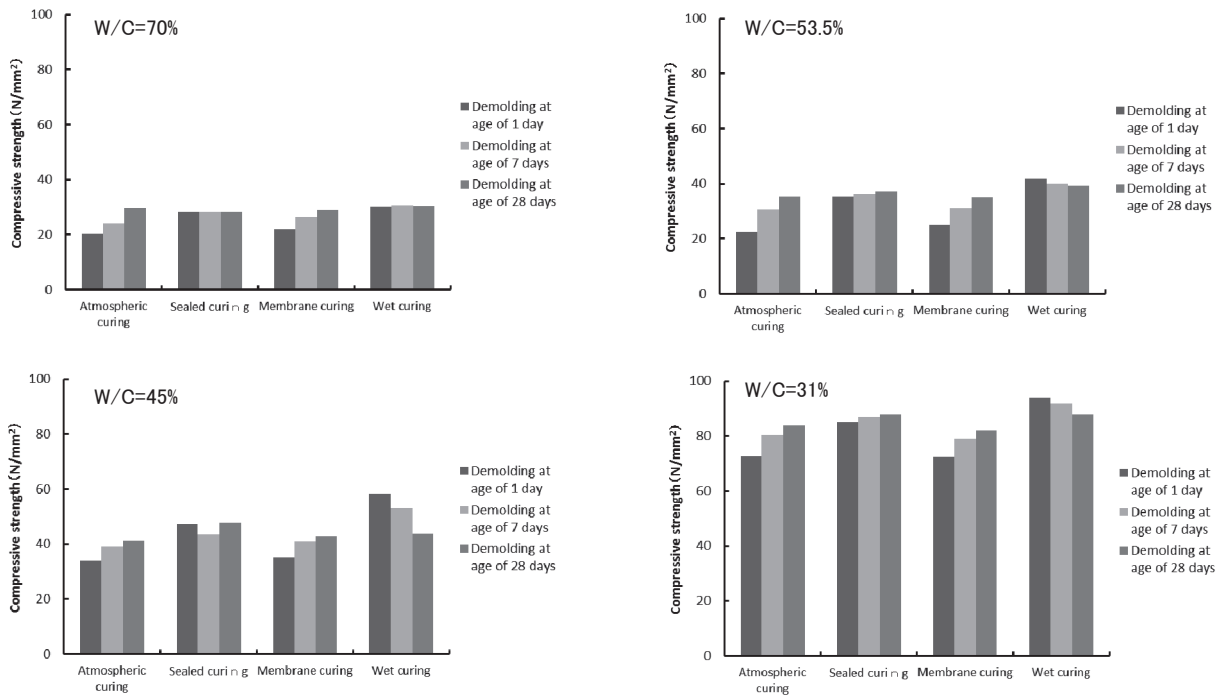


Fig.6 Effects of curing method and demolding timing on compressive strength of concrete

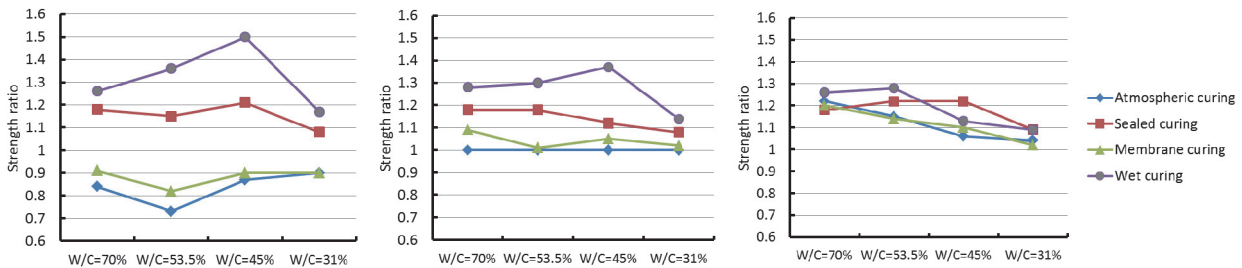


Fig.7 Strength ratio to atmospheric curing after demolding at age of 7 days

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度試験

脱型時期および養生方法の違いが圧縮強度に及ぼす影響を図6に示す。いずれの水セメント比の場合も、湿布養生を行った場合、すなわち外部から水分供給した場合に最も圧縮強度は大きくなり、早期に脱型して水分供給する方が水和反応への効果が大きい。一方、気中養生を行うと、徐々に水和に必要な水分が乾燥するため、早期に脱型すると大きな強度低下を招く。これらの傾向は、水セメント比53.5%と45%の場合に顕著であった。

図7は、図6の材齢7日で脱型後に気中養生(現場で一般的に行われている養生方法)を行った圧縮強度を1とした場合の強度比を示したものであ

る。材齢1日で脱型して湿布養生を行った場合には、水セメント比70~45%の範囲では水セメント比が小さくなるほど強度比が増加する傾向にあり、水セメント比45%では強度比が1.5倍となり、最も湿布養生の効果が表れた。これは、水セメント比が70%と大きい場合は、元々コンクリート中に水分が多く、湿布養生中の供試体の質量増加率も0.7%程度と小さいため、湿布養生の効果も小さくなると考えられる。一方、水セメント比が45%と小さくなると、供試体の質量増加率は1.0%程度と大きくなり、湿布養生の効果も大きくなると考えられる。しかし、水セメント比31%では、強度比が1.2倍程度まで減少し、水セメント比が小さくなりすぎると緻密になるため、供試体の質量増加率も0.7%と水分の供給が困難になることが考えられる。

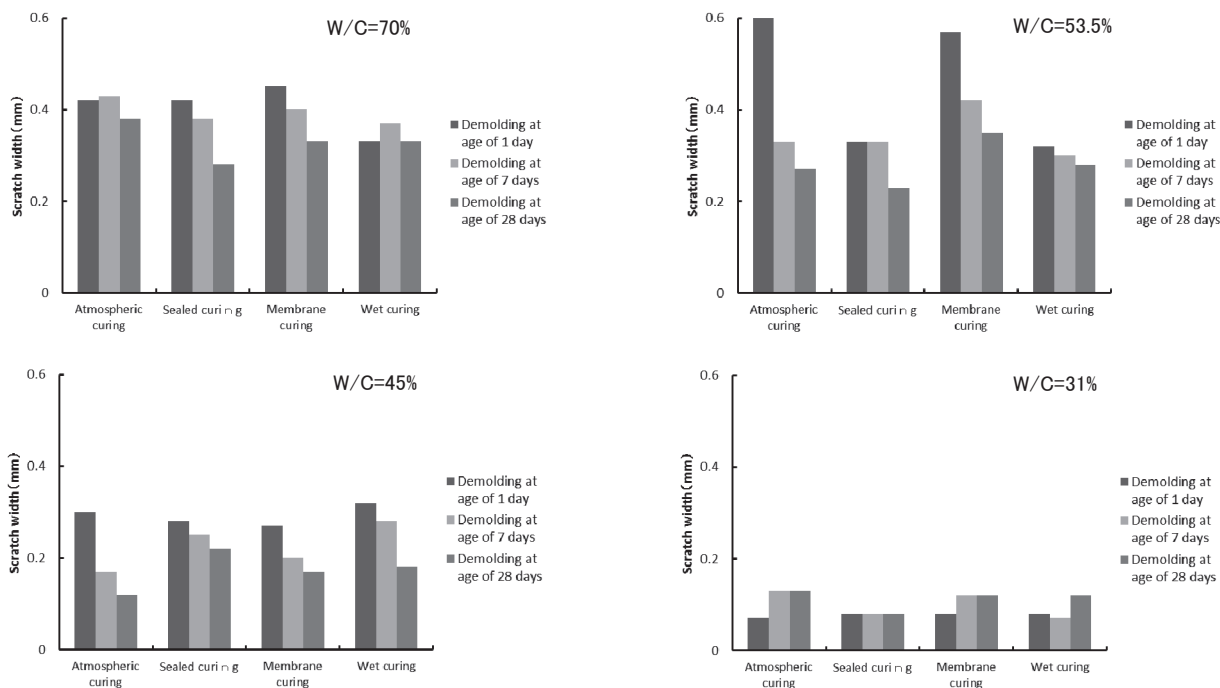


Fig.8 Effects of curing method and demolding timing on scratch width of concrete surface

水セメント比 53.5%において気中養生を行うと、強度比が 0.7 倍となり、供試体の質量減少率が 4.9%と乾燥の影響が大きくなった。また、膜養生を行っても強度比は 0.8 倍となった。一方、水セメント比 31%の供試体の質量減少率は 1.4%と小さく、圧縮強度の低下も小さい。

このように、水セメント比 53.5~45%の一般的な配合で養生の影響が大きく表れる結果となった。また、脱型時期が材齢 7 日、28 日と遅くなるにつれて養生の影響が小さくなる傾向にあった。

3.2 表面硬度試験

(1) 引っかき傷試験

脱型時期および養生方法の違いが引っかき傷幅に及ぼす影響を図 8 に示す。水セメント比 53.5%では、脱型材齢が 1 日で気中養生または膜養生を行った場合に極端に引っかき傷幅が大きくなり、コンクリート表面の脆弱化が見受けられる。これは、早期脱型により表層部の水分が蒸発し、表層部の水和反応が阻害されたためと考えられ、圧縮強度試験の結果とも一致する。一方、水セメント比 31.0%では脱型時期および養生方法の違いによる影響はさほど見受けられなかった。

圧縮強度と引っかき傷幅の関係を図 9 に示す。圧縮強度が大きくなるほど引っかき傷幅は小さくなる傾向にあり、両者に相関性が見受けられる。

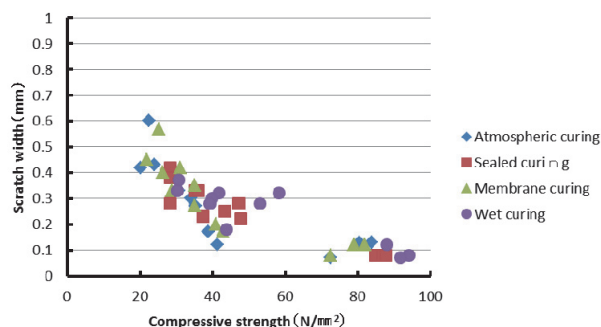


Fig.9 Relation between compressive strength and scratch width

(2) リバウンドハンマー試験

脱型時期および養生方法の違いが反発度に及ぼす影響を図 10 に示す。水セメント比 70~53.5%の範囲で、気中養生の場合に脱型時期が早くなるほど反発度は小さくなり、湿布養生の場合に脱型時期が早くなるほど反発度は大きくなる傾向にあった。これは、気中養生では引っかき試験と同様に、表層部の水分の蒸発により水和反応が阻害されたためと考えられる。湿布養生では外部からコンクリートに水分補給することを目的としているため、なるべく早期に脱型して養生を行う方が、コンクリート表層部の水和を促進して緻密にできることを表していると考えられる。

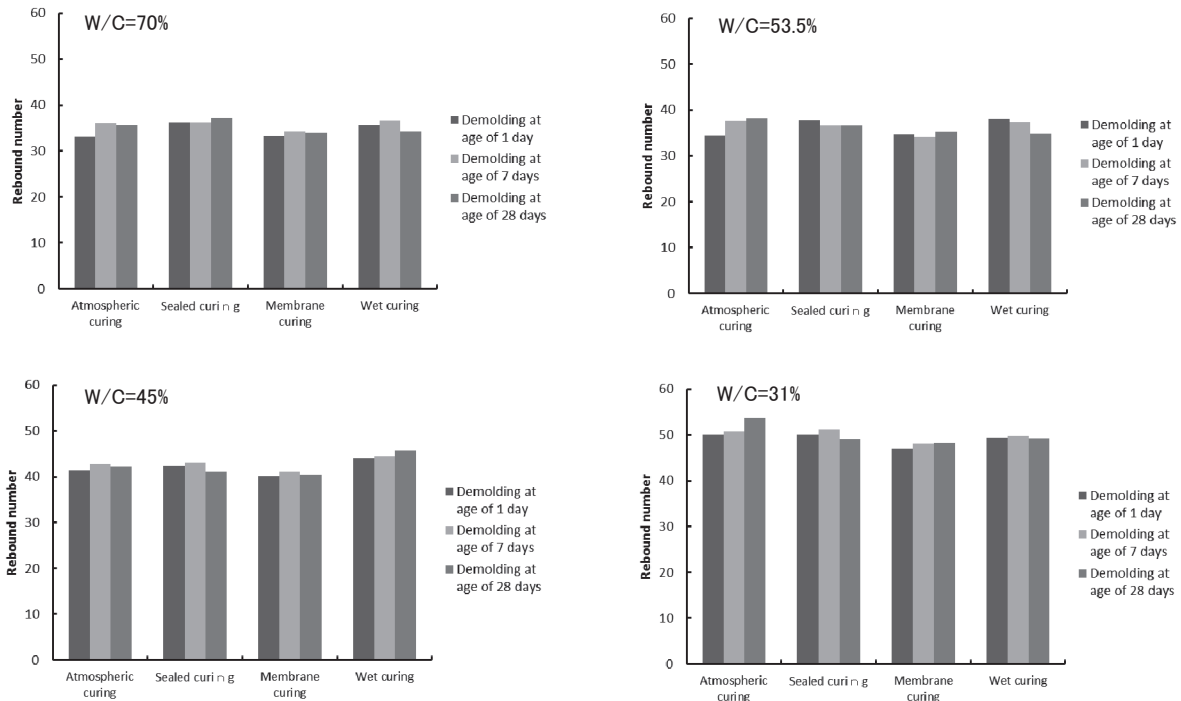


Fig.10 Effects of curing method and demolding timing on rebound number

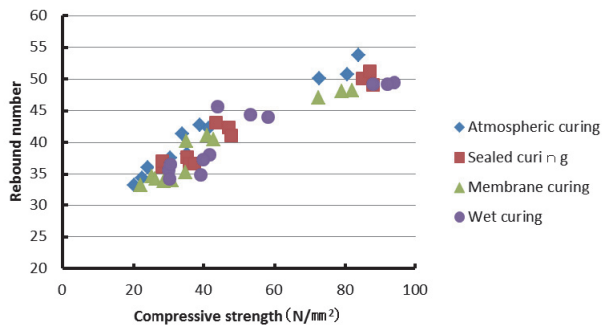


Fig.11 Relation between compressive strength and rebound number

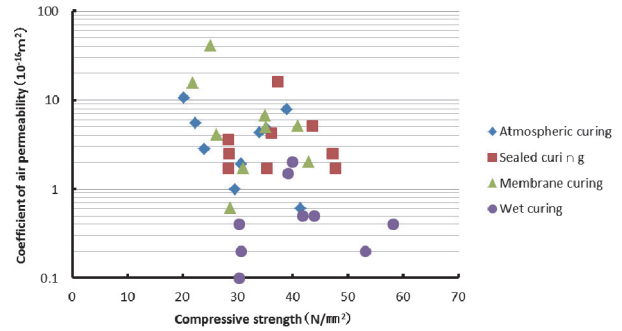


Fig.13 Relation between compressive strength and coefficient of air permeability

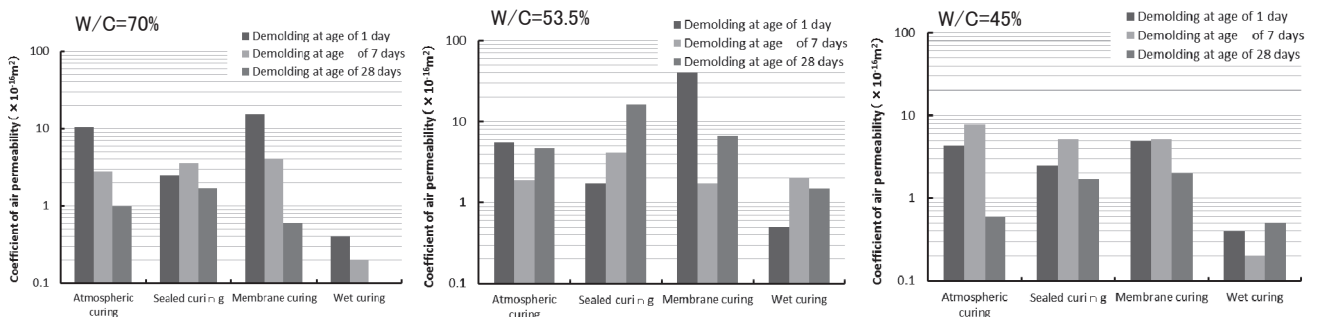


Fig.12 Effects of curing method and demolding timing on coefficient of air permeability

圧縮強度と反発度の関係を図 11 に示す。圧縮強度が大きくなるほど反発度は大きくなる傾向にあり、両者に相関性が見受けられる。

3.3 透気試験

脱型時期および養生方法の違いが透気係数に及ぼす影響を図 12 に示す。水セメント比 70~45% いずれの場合にも、湿布養生を行った場合に最も

透気係数が小さくなった。各養生方法を水セメント比ごとに比較すると、今回の実験の範囲では、水セメント比が透気係数に及ぼす影響は小さい結果となった。

圧縮強度と透気係数の関係を図 13 に示す。圧縮強度が大きくなるほど透気係数は小さくなる傾向にあるが、透気係数が $1 \times 10^{-16} \text{m}^2 \sim 0.1 \times 10^{-16} \text{m}^2$ の範囲において湿布養生を行った場合が多く見受けられた。これは、水セメント比を小さくして圧縮強度を上げるより、養生の効果が大きいことを表していると考えられる。

4. まとめ

- (1) 早期に脱型し湿布養生を行うと、水セメント比 45%の配合において最も強度増加し、材齢 7 日で脱型後に気中養生を行った場合の 1.5 倍となった。
- (2) 早期に脱型し気中養生を行うと、水セメント比 53.5%の配合において最も強度低下し、材齢 7 日で脱型後に気中養生を行った場合の 0.7 倍となった。
- (3) 封かん養生または湿布養生を行うと、表面硬度が大きくなる傾向にあった。しかし、早期に脱型し気中養生を行うと、引っかけ傷幅は大きく、反発度は小さくなり、コンクリート表面が脆弱になった。
- (4) コンクリートの圧縮強度が大きくなるほど透

気係数は小さくなる傾向にはあるが、水セメント比を小さくすることによる強度増加よりも養生の影響が大きく、湿布養生を行うといずれの配合においても透気係数は概ね $1 \times 10^{-16} \text{m}^2 \sim 0.1 \times 10^{-16} \text{m}^2$ と小さくなる傾向にあった。

謝 辞

本研究を行うにあたり、澤本研究室の大学院生、学部生ならびに構造物総合実習Ⅲの非常勤講師の先生方、授業を履修した学部生に多大なご協力をいただきました。ここに記して深謝いたします。

文 献

- 1) 田中章夫ら：ダブルチャンバー法透気試験機を用いた既存鉄筋コンクリート造建築物の中性化予測に関する基礎的研究，シンポジウムコンクリート構造物の非破壊検査論文集，Vol.4，pp.63-70，2012
- 2) 栗塚一範ら：表層コンクリートの圧縮強度と透気係数の関係に関する一考察，シンポジウムコンクリート構造物の非破壊検査論文集，Vol.4，pp.71-76，2012
- 3) 浅見勉：床下地表面硬さの簡易測定方法に関する研究，日本建築仕上学会，FINEX，Vol.9,No.54，pp.22-26，1997
- 4) 湯浅昇，笠井芳夫，松井勇：引っかけ傷によるコンクリートの表面強度測定方法，日本建築学会大会学術講演梗概集（中国），pp.677-678，1999

論文 Article

高強度繊維補強コンクリートの耐火性能改善に関する基礎的研究

原稿受付 2014年4月1日

ものづくり大学紀要 第5号 (2014) 37~40

辻正哲^{*1}, 澤本武博^{*2}, 横山滋^{*3}, 小林征之^{*3}, 菊田弘之^{*3}^{*1}ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科 非常勤講師^{*2}ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*3}太平洋プレコン工業株式会社**A Fundamental Study for
Improving Fire Resistance
of High Strength Fiber Reinforced Concrete**Masanori TSUJI^{*1}, Takehiro SAWAMOTO^{*2}, Shigeru YOKOYAMA,
Masayuki KOBAYASHI and Hiroyuki KIKUTA^{*1} Part-time Lecturer, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*2} Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*3} TAIHEIYO Precast Concrete Industry CO., LTD.**Abstract**

In this study, the effect of combined use of emulsion and synthetic high polymer fiber on fire resistant of high strength fiber reinforced concrete was investigated. Then, EVA, EP, SBR and Acrylic emulsion were added to the concrete with polypropylene fiber. As a result, the fire-resistant of high strength fiber reinforced concrete could be greatly improved when EVA emulsion and polypropylene fiber were added to the concrete.

Key Words : High strength fiber reinforced concrete, Fire resistance, Emulsion, Synthetic high polymer fiber

1. はじめに

高強度コンクリートは、火災のような高温にさらされると爆裂するため、耐火性能に劣るとされている。そのため、合成高分子短繊維を添加する方法が提案されている。これは、コンクリートが爆裂する温度に達する以前に合成高分子短繊維が気体となって放出されるか縮小し、高温時に発生するコンクリート内の圧力を機繊維のあった部分を通して外部に放出することによって、コンクリートの爆裂を防止あるいは抑制すると考えられている¹⁾。

一方、補修用あるいは仕上げモルタルなどに乳

剤を混和剤として用いたポリマーセメントコンクリートが実用化している。こうした乳剤は、硬化コンクリート内で極めて薄いフィルムあるいは網目構造を形成することが確認されている²⁾。乳剤が形成するフィルムあるいは網目構造は、コンクリートの爆裂温度に達する以前に気化あるいは縮小する可能性が高く、耐火性能の改善に貢献することが考えられる。

本研究では、合成高分子短繊維と乳剤の併用が高強度コンクリートの耐火性能に及ぼす影響について実験的に検討した。これは、高温下でコンクリート内に発生する内圧を外部に放出する通路を人間の循環器にたとえると、短繊維が静脈あるい



Fig.1 Placement of concrete



Fig.2 Preparation for hot-water curing



Fig.3 Hot-water curing for 48 hours



Fig.4 Compressive strength test

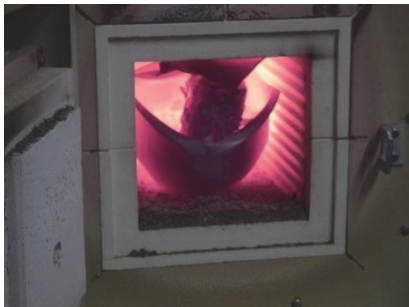


Fig.5 Fire resistance test



Fig.6 Compressive test after fire resistance test

は動脈を構成し、乳剤の添加が微細な毛細血管を構成して、すみやかに内圧を外部に放出でき、高強度コンクリートであってもある程度の耐火性能が確保できるのではないかと考えたことによる。

2. 実験概要

2.1 乳剤の種類

実験に用いた乳剤は、K社製のエチレン酢酸ビニル乳剤（以下 EVA と略記：不揮発分 48%）、エポキシ乳剤（以下 EP と略記：不揮発分 35%）、アクリル乳剤（不揮発分 36%）、SBR ラテックス乳剤（以下 SBR と略記：不揮発分 30%）の 4 種類である。

2.2 供試体の作製

コンクリートは、高強度用セメント、シリカ質骨材、鋼繊維繊維補強、上水道水、ポリカルボン酸系高強度用混和剤を用いて作製した。そして、コンクリートにポリプロピレン短繊維及び乳剤の合成高分子短繊維には、ポリプロピレン短繊維を用い、その添加量を変化させて実験を行った。なお、乳剤中の不揮発成分は外割で置換し、水分は練混ぜ水の一部とした。

練混ぜは、自公転式モルタルミキサで行い、図 1 のように $\phi 50 \times 100\text{mm}$ の供試体を作製した。そ

の後、図 2 および図 3 のように 90°C で 48 時間温水養生を行い、圧縮強度試験、割裂引張強度試験および耐火試験を行った。耐火試験前の圧縮強度試験の様子を図 4 に示す。

2.3 耐火試験

耐火試験は、供試体を耐火炉に入れ、 845°C まで上昇させ、その後供試体を取り出し観察する方法により行った。加熱速度は、所定の温度に達するまで、耐火炉のスイッチを入れたままとしたが、JIS A 1304 の加熱標準曲線に近い値となっていた。なお、コンクリートが爆裂し、炉の内壁に損傷を与える危険性があったため、ステンレス製の容器内に供試体を入れて実験を行った。耐火試験の様子を図 5 に示す。

供試体に微小な損傷しか生じておらず強度試験を行える場合には、図 6 のように耐火試験後の圧縮強度を求めた。

3. 実験結果および考察

試験結果は、表 1 に示すとおりである。なお、表中の引張強度は、割裂試験時の最大荷重より求めた値である。また、耐火試験後の供試体の外観は、図 7 に示すとおりである。合成高分子短繊維を体積比で 3% 添加すると、乳剤を添加しない場

Table 1 Fire resistance test results

Number	Percentage of polymer fiber to concrete by volume (%)	Type of emulsion	Percentage of absolute solid volume in emulsion to concrete volume (%)	Flowability	Before fire resistance test		After fire resistance test	
					Compressive strength (N/mm ²)	Tensile strength (N/mm ²)	Condition of specimen	Compressive strength (N/mm ²)
No.1	3.0	—	0	◎	162	22.7	△ (Cracked)	33.7
No.2	3.0	EVA	5.0	○	132	18.5	○ (Hedly damaged)	25.3
No.3	3.0	EP	5.0	△	126	16.8	△ (Cracked)	29.2
No.4	3.0	Acrylic	5.0	△	134	19.4	△ (Cracked)	33.2
No.5	3.0	SBR	5.0	△	106	17.1	× (Crushed)	—
No.6	0	—	0	◎	221	24.5	× (Crushed)	—
No.7	0	EVA	16.6	△	111	16.3	○ (Hedly damaged)	28.1
No.8	1.5	—	0	◎	138	17.0	× (Split)	—
No.9	1.5	EVA	5.0	○	86	18.9	○ (Hedly damaged)	28.4
No.10	0.75	EVA	5.0	○	111	16.6	○ (Hedly damaged)	36.1

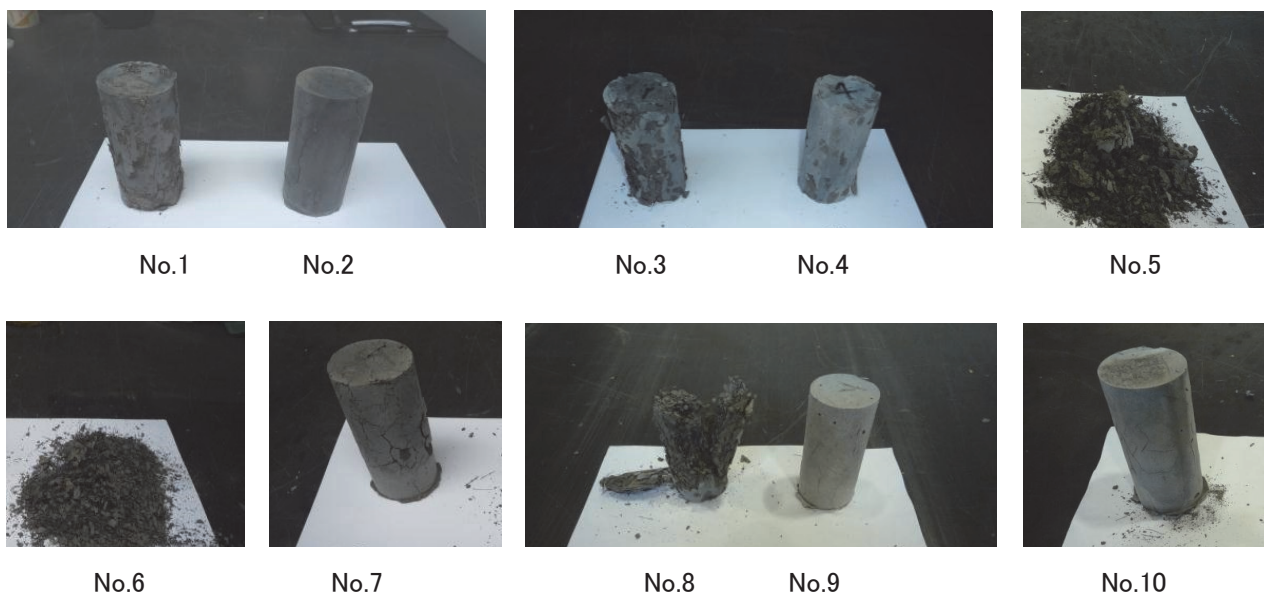


Fig.7 Outside condition of specimens after fire resistance test

合 (No.1), EVA, EP およびアクリルの各乳剤を添加した場合 (No.2~No.4) は, 耐火試験でひび割れは生じたものの致命的な爆裂は生じなかった. 特に, EVA を添加した場合 (No.2) は, 表面に微細なひび割れが生じる程度で, 供試体外観は良好であった. しかし, SBR を添加すると供試体は粉々に壊れた. なお, エポキシ乳剤およびアクリル乳剤を添加した場合には, 練混ぜ時に粘性が高くなり, 流動性が損なわれる傾向にあったため, その後の実験では EVA 乳剤のみを対象とした.

合成高分子短繊維を添加せず, EVA の添加量を 0% とした場合 (No.6) 供試体は粉々に壊れていた. しかし, EVA の添加量を 16.6Vol.% とした場合 (No.7) は, 合成高分子短繊維を添加しなくても微細なひび割れしか生じず, 供試体外観は良好であった.

一方, 鋼繊維を添加せず乳剤の添加量を 5Vol.% とした予備実験の結果, 400~450℃ で 1 時間以上保持すると, その後 945℃ まで温度上昇させても, 微細なひび割れしか生じなかった. また,

鋼繊維を添加し、EVA またはアスファルト乳剤を添加した予備実験の結果、450°Cで1時間以上保持すると、爆裂は生じなかったほか、アスファルト乳剤を添加したものでは、供試体表面がアスファルトで覆われたままになっていた。以上の結果から、乳剤によって形成されるフィルムあるいは網目構造は厚さ数 μm 程度であるとされており、昇温時に発生する内圧を供試体外部へ放出する通路を形成するものの、小径であることから、急激な温度上昇に伴う内圧を外部へ速やかに放出するには乳剤の添加量を極端に大きくする必要があると推測された。なお、鋼繊維および合成高分子短繊維を添加しない場合でも、乳剤の添加量を8%以上とすると爆裂しない事例も確認された。しかし、鋼繊維を添加していない場合には、冷却過程に供試体を金ばさみでつかむなどして大きな温度応力が発生すると、爆裂することもあった³⁾。そのため、その後の実験は、鋼繊維の添加を中心に行った。

次に、合成高分子短繊維と乳剤のバランスを考え、合成高分子短繊維を0.75~1.5%およびEVA乳剤を5%添加した場合について実験を行った。その結果、乳剤を添加しなければ合成高分子短繊維の添加量が1.5% (No.8) では爆裂に近い大きな損傷を生じたが、EVAを5%添加すれば、合成高分子短繊維の添加量が0.75% (No.10) であっても、爆裂しないことが明らかとなった。なお、合成高分子短繊維の添加量が0.75%でEVAの添加量が5% (No.10) の圧縮強度は 111N/mm^2 であったが、引張強度は 16.6N/mm^2 であり、超高強度繊維補強コンクリートの標準的な平均値 11.7N/mm^2 と同等以上の値を示していた。

4. まとめ

高分子乳剤および合成高分子短繊維を添加することによって、 100N/mm^2 以上の高強度繊維補強コンクリートの耐火性を大きく改善できる可能性が示された。今回の実験の範囲では、フレッシュ性状も考え合わせると、エチレン酢酸ビニル乳剤が耐火性改善に最も効果的であった。一方、こうした耐火性改善方法を用いると、圧縮強度は低下するものの、引張強度にはほとんど影響を及ぼさないという結果が得られた。

今後は、適切な乳剤の選定、適切な乳剤と有機繊維の添加量やその混合比率、および適切な有機繊維の寸法の分布を求めていく予定である。

謝 辞

本研究を行うにあたり、近藤照夫名誉教授、太平洋ブレコン工業株式会社、コニシ株式会社、ならびに澤本研究室の学生に多大なご協力をいただきました。ここに記して深謝いたします。

なお、本研究は、2013年度受託研究「高強度コンクリートの耐火性に関する研究」の一環で行われたものである。

文 献

- 1) 木村和広, 小澤満津雄, 六郷恵哲, 森本博昭: 繊維補強コンクリートの爆裂性状と内部蒸気圧との関係, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.1, pp.339-344, 2008
- 2) 友澤史紀ら: コンクリート混和剤の開発技術, シーエムシー, pp.245-253, 1998
- 3) 澤本武博: 2012年度受託研究報告書「高強度コンクリートの耐火性に関する研究」, 2013

論文 Article

コンクリート表面の色むらの官能評価に及ぼす検査条件の影響

原稿受付 2014年4月3日

ものづくり大学紀要 第5号 (2014) 41~48

荒巻卓見^{*1}, 大塚秀三^{*2}, 高橋宏樹^{*2}, 三井実^{*3}, 中田善久^{*4}, 降旗翔^{*5}*1 日本大学大学院 理工学研究科 建築学専攻
(ものづくり大学大学院 ものづくり学研究科 ものづくり学専攻 修了)

*2 ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科

*3 ものづくり大学 技能工芸学部 製造学科

*4 日本大学 理工学部 建築学科

*5 ものづくり大学大学院 ものづくり学研究科 ものづくり学専攻

Effects of Test Condition on Sensory Evaluation of Uneven Color on Concrete

Takumi ARAMAKI^{*1}, Shuzo OTSUKA^{*2}, Hiroki TAKAHASHI^{*2}, Minoru MITSUI^{*3},
Yoshihisa NAKATA^{*4} and Sho FURIHATA^{*5}*1 Graduate Student, Doctor's Degree Course, Graduate School of Science and Technology, Nihon Univ.
(Graduate, Graduate School of Technologists, Institute of Technologists)

*2 Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists

*3 Dept. of Manufacturing Technologists, Institute of Technologists

*4 Dept. of Architecture, College of Science and Technology, Nihon Univ.

*5 Graduate Student, Graduate School of Technologists, Institute of Technologists

Abstract

Finished condition of concrete surface is an important factor for architectural concrete. Therefore, the purpose of this study, it is to construct evaluation index and method of uneven color on concrete. This paper clarified effect of testing conditions on sensory evaluation of uneven color. As a result, the sensory scale was shown to symmetry to physical quantity of multiple linear regression analysis.

Key Words : Uneven Color, Sensory Evaluation, Psychological Scale, Physical Quantity

1. はじめに

コンクリート打放し平滑仕上げでは、せき板から転写されたコンクリートの素地が仕上げ面となるため、構造体としての強度および耐久性は無論のこと、視覚的な仕上がり状態が重要な要素であることは論を待たない。コンクリート表面の視覚的な仕上がり状態とは、色調、色むらおよびテクスチャなどのことであり、適切な施工を行っても

構成材料が完全に均質とならないことから、その制御が極めて困難である。この中でも色むらは、表面気泡と並んでプレキャストコンクリート製品に対する購入者からのクレームの最上位を占めることが既往の調査¹⁾において示されており、補修が必要となる場合も少なからず存在する。このことから、色むらが構造体コンクリートの本質的な品質を損ねるものではないものの、実質的には極めて重要な品質であると言える。しかしながら、

現状では、コンクリート表面の視覚的な仕上がり状態に関する定量的な評価指標および評価方法は体系化されておらず、その良否の判断が観察者の主観に委ねられた目視評価によることが大半である。

例えば、JASS 5²⁾では、仕上がり状態を規定する要素について記述されているが、平坦さの基準を除いて定量的な判断基準は示されていない。また、坂田ら³⁾は、コンクリートの表層品質に関する項目に対して、サンプル画像のレイティングスケールを用いた目視による表層品質評価手法を提案している。他方、既往の研究^{4,5)}において、コンクリート素地仕上げや建築仕上げ材料を対象に心理学的観点から印象評価を試みた例もある。しかしながら、いずれも定性的な表現に留まっており、視覚的な要素の定量的な評価に及んでいない。そのため、ユーザや施工管理者などの利害関係者間の立場によって、仕上がり状態に関する認識に相違を生じさせ、フェアな合意形成に基づいて評価が行われていない可能性がある。

そこで本研究は、コンクリート表面の視覚的な仕上がり状態を規定する要素の一つである色むらを対象とし、定量的な評価指標および評価方法の構築を最終目的とする。その端緒として、色むらの程度を明度の標準偏差で表現し、明度の統計値が既知の試料を用いて官能検査を行った。ここでは、検査条件の相違が観察者の色むらに対する認識に及ぼす影響を検討した結果を報告する。また、官能検査により構成した心理学的尺度(以降、色むら認識尺度とする)と物理量の対応を試みた。

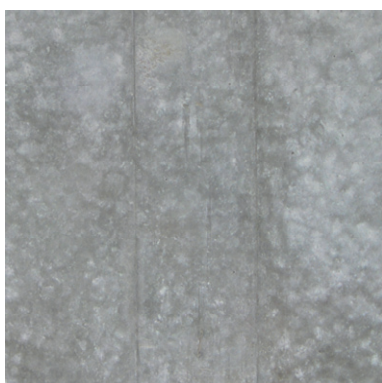


Photo.1. Example of uneven color on concrete that is targeted in this study

2. 本研究で対象とする色むら

コンクリート表面の色むらは、濃淡の差が識別できる状態で不規則に分散しているため、濃淡の分布によって観察者の認識が異なることが考えられる。例えば、コールドジョイントに沿った色むらやせき板継目に現れた色むらなどの局所的な色むらについては、観察者の誰しもが一見して認識できる。そのため、利害関係者間において良否に関する合意形成がし易い項目であると言える。これに対し、Photo.1に示すような斑状に濃淡が分布した色むらは、観察者によって良否の判断に差異が生じる可能性、すなわち色むら有無またはその程度についての評価が曖昧になることが考えられる。よって、本研究で対象とする色むらは、斑状に濃淡が分布したものとした。

3. 官能検査の概要

官能検査の概要を Table 1 に示す。官能検査は、検査 I、検査 II、検査 III および検査 IV の 4 項目とし、各検査項目の検査水準は Table 2 に示すとおりである。

Table 1. Outline of sensory test

		Test I	Test II	Test III	Test IV
Sensory test method		Method of successive categories			
Estimation categories		“Uneven color of a shown sample” ①Trace ②Slight ③Noticeable ④Much ⑤Very Much			
Test period		2013.9~2014.2			
Panelist		Adult males 7 persons, females 2 persons (Age : 22~38, Eyesight : 1.0~1.5)			
Test condition		It is shown in Fig.3.			
Viewing angle [°]	2.85	○			
	5.70	○			
	11.40	○	○	○	○
Color temperature of light [K]	3000		○		
	5000		○		
	6500	○	○	○	○
Illuminance [lx]	400	○	○	○	○
	800			○	
	1600			○	
Sample		It is shown in Fig.5.			
Size [mm]		150×150, 250×250, 350×350		250×250	
S.D. of luminance		10.0, 12.5, 15.0, 20.0			
Av. luminance	110				○
	130				○
	150	○	○	○	○
	170				○
	190				○

3.1 検査要因と水準

(1) 色むらの認識に及ぼす視角の影響(検査I)

検査Iでは、距離によって対象の視覚心理学的な印象が異なることが考えられるため、Fig.1に示すように試料サイズおよび距離によって定まる視角を変化要因とし、2.85°、5.70° および11.40° の3水準とした。これにより定まる観察距離は、Table 3に示すとおりである。

(2) 色むらの認識に及ぼす光源の色温度の影響(検査II)

検査IIでは、日中の太陽高度の相違による一般的な色温度⁶⁾の条件を包含するように光源の色温度を変化要因とし、3000K、5000K および6500K の蛍光灯3水準とした。

(3) 色むらの認識に及ぼす照度の影響(検査III)

検査IIIでは、屋外および屋内において光環境における明暗を表す照度を変化要因とし、試料面および暗室内が400lx、800lx および1600lx となる環境下の3水準とした。

(4) 色むらの認識に及ぼす平均明度の影響(検査IV)

検査IVでは、概ね無彩色で構成されるコンクリート表面の色調の相違によって心理学的な印象が異なることが考えられるため、明度の平均値(以降、平均明度とする)を変化要因とし、110、130、150、170 および190 の5水準とした。

3.2 構成する尺度および検査手法

構成する尺度は、コンクリート表面の色むらの程度に関する認識を表す“色むら認識尺度”とした。検査手法は、評価尺度の範ちゅう幅が求まる系列範ちゅう法⁷⁾とし、5段階の判断範ちゅうによる絶対判断とした。

3.3 検査環境

検査環境を Fig.2 に示す。官能検査は、光環境や気象環境などの不確定要素を極力排除するために、屋内に設置した暗室で実施した。なお、い

Table 2. Sensory test factors and levels

Test I						Test II						Test III								
No.	Sample			Condition			No.	Sample			Condition			No.	Sample			Condition		
	S*1	Av*2	SD*3	θ*4	T*5	L*6		S*1	Av*2	SD*3	θ*4	T*5	L*6		S*1	Av*2	SD*3	θ*4	T*5	L*6
1			10.0				37			10.0				73			10.0			
2			12.5				38			12.5				74			12.5			
3			15.0				39			15.0				75			15.0			
4			20.0				40			20.0				76			20.0			
5			10.0				41			10.0				77			10.0			
6	150		12.5				42	150		12.5				78	250		12.5			
7	×		15.0				43	×		15.0				79	×	150	15.0			
8	150		20.0				44	150		20.0				80	250		20.0			
9			10.0				45			10.0				81			10.0			
10			12.5				46			12.5				82			12.5			
11			15.0				47			15.0				83			15.0			
12			20.0				48			20.0				84			20.0			
13			10.0				49			10.0										
14			12.5				50			12.5										
15			15.0				51			15.0										
16			20.0				52			20.0										
17			10.0				53			10.0										
18	250		12.5				54	250		12.5				85			10.0			
19	×		15.0				55	×		15.0				86			12.5			
20	250		20.0				56	250		20.0				87	110		15.0			
21			10.0				57			10.0				88			20.0			
22			12.5				58			12.5				89			10.0			
23			15.0				59			15.0				90	130		12.5			
24			20.0				60			20.0				91			15.0			
25			10.0				61			10.0				92			20.0			
26			12.5				62			12.5				93			10.0			
27			15.0				63			15.0				94	250		12.5			
28			20.0				64			20.0				95	×	150	15.0			
29			10.0				65			10.0				96	250		20.0			
30	350		12.5				66	350		12.5				97			10.0			
31	×		15.0				67	×		15.0				98			12.5			
32	350		20.0				68	350		20.0				99	170		15.0			
33			10.0				69			10.0				100			20.0			
34			12.5				70			12.5				101			10.0			
35			15.0				71			15.0				102	190		12.5			
36			20.0				72			20.0				103			15.0			
														104			20.0			

*1 : Sample size [mm] *2 : Average of luminance *3 : Standard deviation of luminance
 *4 : Viewing angle [°] *5 : Color temperature of light [K]

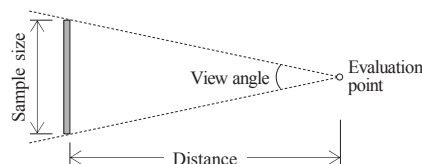


Fig.1. Relationship between sample size and viewing angle in the evaluation distance

Table 3. Evaluation distance of sensory test

Sample size [mm]	View angle [°]		
	2.85	5.70	11.40
150×150	3.00m	1.50m	0.75m
250×250	5.00m	2.50m	1.25m
350×350	7.00m	3.50m	1.75m

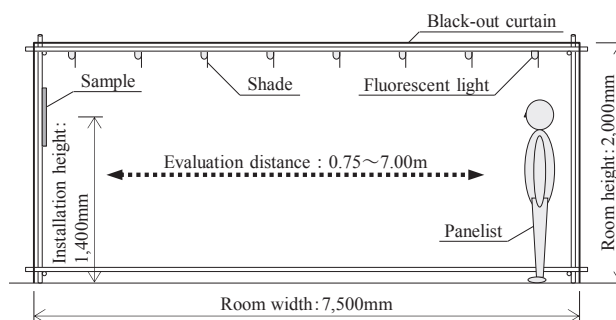


Fig.2. Sensory test condition

れの光環境においても暗室内全体および試料面の照度が概ね均一となるように光源を設置した。

3.4 官能検査に用いた試料

実施工においてコンクリート表面の色調や色むらの程度を任意に変化させることは極めて困難である。他方、既往の研究^{8,9)}において実物のコンクリート表面と撮像した印刷画像の印象評価には高い相関があり、印刷画像は実物の代替として有効であることが報告されている。また、筆者らは既報¹⁰⁾において検討水準は少ないものの、Fig.3 に示

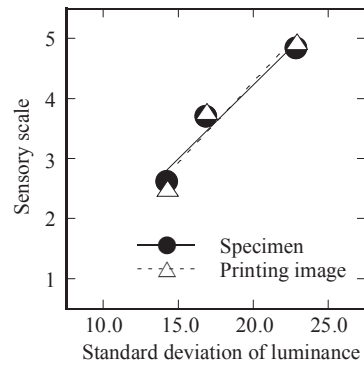
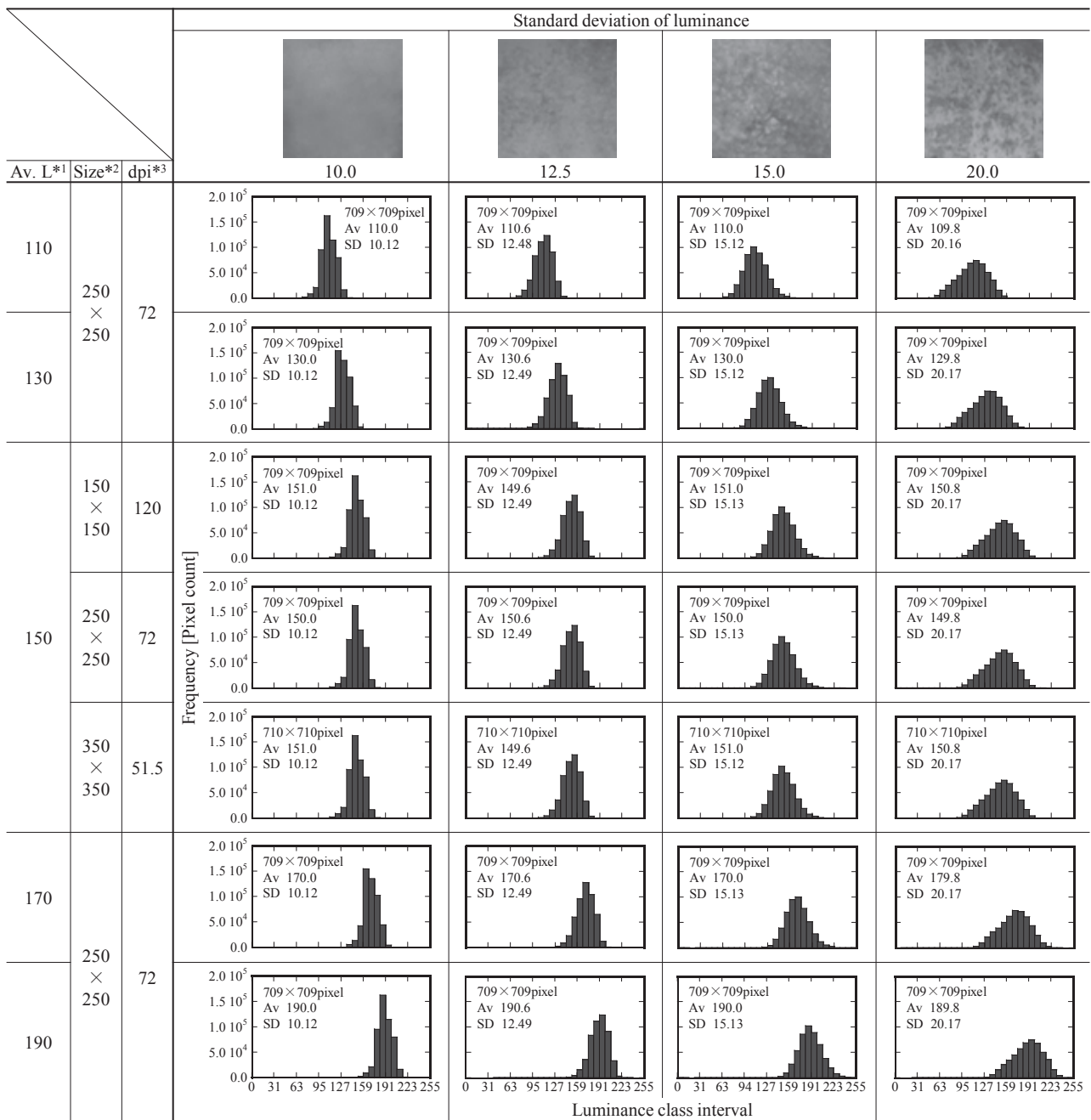


Fig.3. Relationship between standard deviation of luminance and sensory scale of difference test sample



*1 : Average of luminance *2 : Sample size [mm] *3 : dots per inch

Fig.4. Histogram of concrete used in a sample

すように、実物のコンクリート供試体と撮像した印刷画像の官能評価には、差異が少ないことを明らかにしている。以上を鑑みて、本検討では、コンクリート表面を撮像し、A社製画像編集ソフトによって微調整を施した印刷画像を試料として用いることとした。なお、明度の標準偏差および平均明度は、画像解析ソフトを用いた撮像データにおける全画素の明度の統計値である。

試料とした印刷画像の概要を Fig.4 に示す。試料は、Table 1 に示す試料サイズ 3 水準、明度の標準偏差 4 水準および平均明度 5 水準で組み合わせられる計 28 種とし、各試料の詳細な物理量は図中に付記したとおりである。

3.5 検査員

検査員は、一般的な成人男女 9 名とし、裸眼および眼鏡での視力が 1.0~1.5 の方を対象とした。なお、検査員の年齢および性別に偏りがあるが、本報告では考慮しないこととした。

3.6 検査方法

検査は、色むらに関する評価以外は判断に入れないこと、疲れたら休憩をとるので申し出ることを検査員に教示したうえで実施した。また、検査水準の提示順序は、各検査項目内でランダムとした。検査員が 1 つの検査水準に対する判断に要した時間は、5~15s 程度であった。なお、全ての検査水準の判断は、同日内に行っていないため、検査員の生理的要因および心理的要因などが内包されているが、本報告では考慮しないこととした。

4. 結果および考察

4.1 分散分析および評価尺度の構成

官能検査の分散分析結果を Table 4 に示す。判断対象による差を表す主効果の分散比は、危険率 1% で高度に有意なことから、検査および構成する尺度は有効であることがわかる。一方、個人差の分散比も有意であるが、個人差の寄与率と比して主効果の寄与率が明らかに大きい場合には、検査員間に内在している個人差が内包されるものの、試料間に明確な差があると言える。また、この種の検査では個人差が頻出するものであることから、大きな問題とはならないと考える。

以上より、尺度構成理論⁷⁾に従い、色むら認識尺度の構成および検査水準の尺度値を算出した。

4.2 色むらの認識に及ぼす試料サイズの影響 (検査 I, II)

尺度値の試料サイズ間の関係を Fig.5 に示す。ここでは、Table 2 に示す検査 I および検査 II における明度の標準偏差 4 水準、視角 3 水準、色温度 3 水準の計 24 水準の試料サイズ間の関係を図示した。検査水準の尺度値は、試料サイズ間での差異が極めて小さく、高い相関を示した。このことから、本検査で用いた試料サイズ間では、色むらに対する認識に影響を及ぼさないことが分かった。すなわち、対象に対して同一の視角となるように観察することで、試料サイズの相違による影響を排除できる可能性が示唆された。

4.3 色むらの認識に及ぼす視角の影響 (検査 I)

視角と尺度値の関係を Fig.6 に示す。ここでは、前節の結果から試料サイズを区別することなく明度の標準偏差ごとに回帰直線を付記した。視角と尺度値の関係は、明度の標準偏差ごとに高い相関があり、視角が狭くなると色むらと認識し難くなる傾向を示した。これは、視角が狭くなる、すなわち対象からの距離が遠くなることで肉眼での分解能が低下し、細部の色彩の相違を平均化して認識したためと考えられる。しかしながら、尺度値の低下度合は、1.0 未満とわずかな差であったことから、ある程度の視角の範囲では、色むらの認識に大きな影響を及ぼさないことが示唆された。他

Table 4. Result of an analysis of variance

	Variance ratio	Contribution ratio
Main effect	49.5**	79.1%
Difference of panelist	30.7**	4.4%

** : Significant level of 1%

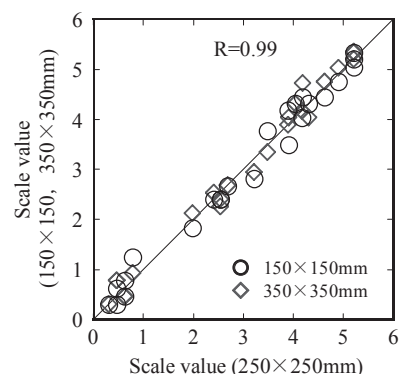


Fig.5. Relations of scale value between sample size

方、岡島ら¹¹⁾は、距離の変化によるコンクリート素地仕上げに対するイメージの形容語対を用いた心理量について検討しており、平滑な仕上げのものは印象に変化がないことを示している。このことから、距離によってコンクリートに対する心理学的な印象が変化しないのに対して、色むらの認識は距離によって変化することが予見された。

4.4 色むらの認識に及ぼす光源の色温度の影響 (検査Ⅱ)

光源の色温度と尺度値の関係を Fig.7 に示す。ここでは、前節と同様に、試料サイズを区別することなく明度の標準偏差ごとに回帰直線を付記した。光源の色温度と尺度値の関係は、いずれの明度の標準偏差においても、色温度の相違による色むらの認識に差異が少なかった。これは、光源の色温度の相違によって試料の色調が変化しているものの、コンクリートは概ね無彩色で構成されており、分光反射率が概ね一定であるため、色むらの程度を規定する明度の分散状態の見え方へ影響を及ぼさなかったためと考えられる。このことから、屋外における太陽光の日間変化による色温度

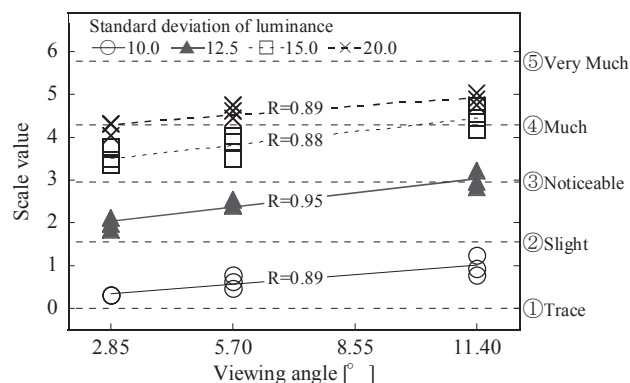


Fig.6. Relationship between viewing angle and scale value

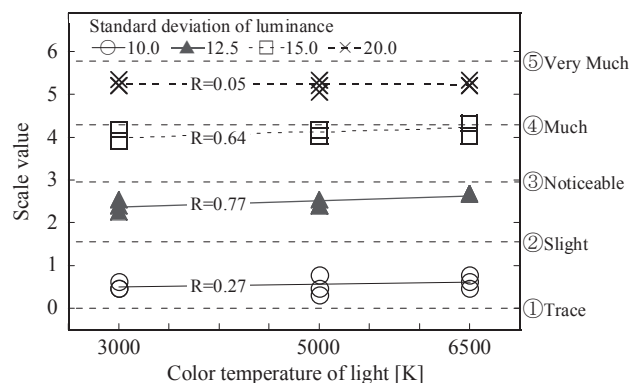


Fig.7. Relationship between color temperature of light and scale value

の相違が、色むらの認識に影響を及ぼさないことが予見された。

4.5 色むらの認識に及ぼす照度の影響 (検査Ⅲ)

照度と尺度値の関係を Fig.8 に示す。照度と尺度値の関係は、いずれの明度の標準偏差においても、照度の相違による色むらの認識に差異が少なかった。これは、試料として印刷画像を用いているものの、一般的に打放しコンクリートは、概ね平滑な仕上がり面であるため、照射された光速度の相違が試料面にコントラストを生じさせなかったためと考えられる。このことから、一般的な屋内の光環境における照度の相違が、色むらの認識に影響を及ぼさないことが予見された。

4.6 色むらの認識に及ぼす平均明度の影響 (検査Ⅳ)

平均明度と尺度値の関係を Fig.9 に示す。平均明度と尺度値の関係は、明度の標準偏差ごとで高い相関を示し、平均明度が高くなると色むらと認識し難くなる傾向を示した。これは、大塚ら¹²⁾の既往の研究におけるプレキャストコンクリート製品の美観性に関するアンケート調査において、

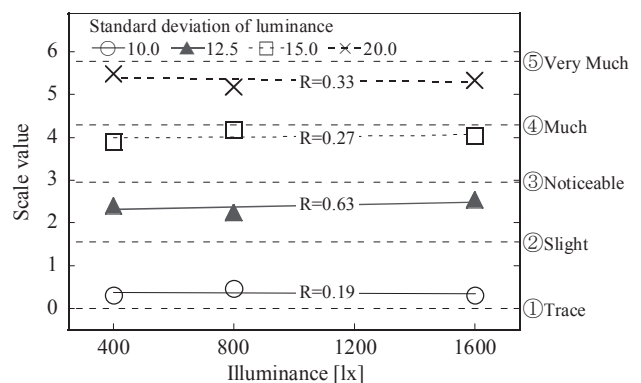


Fig.8. Relationship between illuminance and scale value

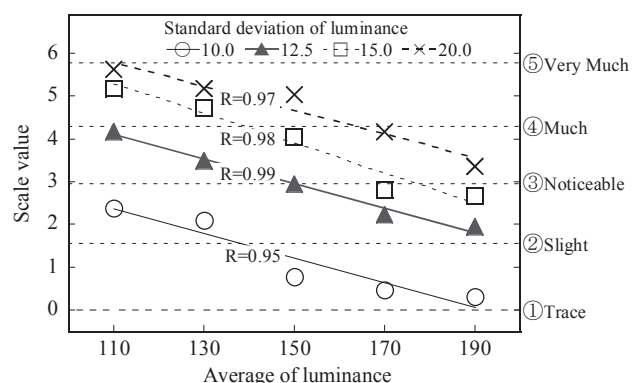


Fig.9. Relationship between average of luminance and scale value

明度の標準偏差を一定とした場合に、平均明度が低いほど補修の必要な色むらと認識が高まる傾向と概ね同義であるものと考えられる。また、岡島ら¹¹⁾は、コンクリート素地仕上げに対する“快-不快感”には明度が大きく影響を及ぼし、明度が低いと不快と感じる傾向があることを示していることから、本検査の傾向と概ね一致をみるものと考えられる。

5. 物理量と色むら認識尺度の対応関係

以降から、検査Ⅰ、検査Ⅱ、検査Ⅲおよび検査Ⅳにおける全検査水準をとりまとめて考察する。

5.1 明度の標準偏差と色むら認識尺度の関係

ここでは、既往の研究¹³⁻¹⁵⁾において、色むらの程度を定量的に評価する指標として明度の標準偏差が有効であることに基づいて、色むら認識尺度に対応する物理量としての有効性を確認した。明度の標準偏差と色むら認識尺度の関係を Fig.10 に示す。物理量である明度の標準偏差と色むら認識尺度の関係は、明度の標準偏差が大きくなると対数曲線的に色むら認識尺度が大きくなる傾向を示した。しかしながら、色むら認識尺度は、2 範ちゅう程度の範囲に集約する傾向にあり、明度の標準偏差との明確な対応が見られない。これは、前述した検査条件における視角および光源の色温度や試料としたコンクリート表面の平均明度の影響が内在しているためである。よって、色むら認識尺度に対応する物理量として明度の標準偏差に加え、視角、色温度および平均明度を考慮した物理量を設定する必要がある。

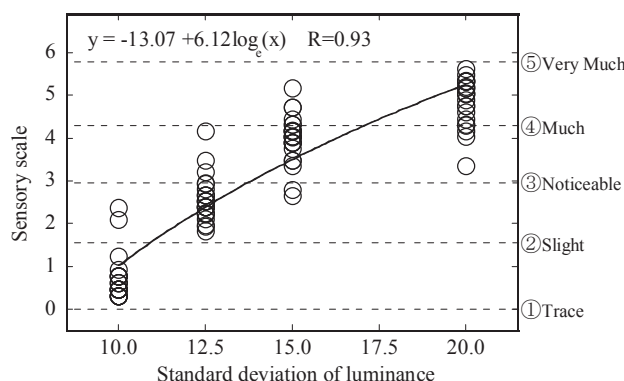


Fig.10. Relationship between standard deviation of luminance and scale value

5.2 重回帰分析による物理量の設定

色むら認識尺度と対応する物理量は、色むら認識尺度値を目的変数とし、明度の標準偏差、視角、光源の色温度、照度および平均明度を説明変数とする重回帰分析を行い設定することとした。ここでは、変数増減法によって寄与率の低い光源の色温度と照度を除いた有効な説明変数を設定した。

以上より、重回帰分析結果を Table 5、色むら認識尺度に対応する物理量 Y の算定式を(1)式に示す。

$$Y = -3040 - 0.89 \times a + 1904 \log_e a + 0.07 \times b - 0.03 \times c \quad (1)$$

a : 明度の標準偏差, b : 視角[°], c : 平均明度

物理量 Y と色むら認識尺度の関係を Fig.11 に示す。物理量 Y と色むら認識尺度の対応には、若干の幅があるものの、高い相関関係にあり、かつ Table 5 に示すように決定係数が高度に有意であることから、色むらの認識を(1)式によって算定した物理量 Y から推定できるものとする。しかしながら、本研究では、検査を分割して実施してお

Table 5. Result of a multiple linear regression analysis

Explanatory variable	Partial regression coefficient	t-ratio	Determination coefficient	F-ratio
Standard deviation of luminance [a]	-0.892	-12.05**	0.97	795.74**
log _e (a)	19.036	17.66**		
Viewing angle [b]	0.068	7.04**		
Average of luminance [c]	-0.030	-12.75**		
Constant term	-30.404	-16.69**		

** : Significant level of 1%

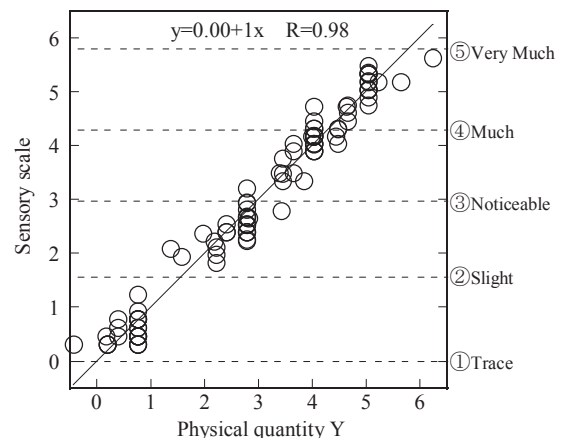


Fig.11. Relationship between physical quantity and scale value

り、検査水準の提示の順序効果や検査員の生理的要因および心理的要因などが考慮されていないことを付記する。

6. まとめ

本研究は、コンクリート表面の色むらの認識について官能検査を実施した。以下に、得られた知見を示す。

- (1) 本研究の試料サイズ間において、視角を一定とした観察距離から得られる色むらの官能評価には差異が少なかった。すなわち、対象に対して視角を一定とすることで、色むらの認識に及ぼす面積の相違による影響を排除できることが予見された。
- (2) 対象に対する視角が狭くなると周囲の色彩を平均化して認識するため、色むらと認識し難くなる傾向を示した。
- (3) 本研究の範囲内において、観察時の光環境における光源の色温度および照度は、色むらの認識に影響を及ぼさないことが示唆された。
- (4) コンクリート表面の平均明度が高い、すなわち白色に近づくほど色むらと認識し難くなる傾向を示した。
- (5) 重回帰分析によって設定した物理量 Y の算定式は、不確定要素を内包するものの、概ね色むら認識尺度と対応しており、色むらに対する認識を推定できることが示唆された。

謝 辞

本研究は、平成 24 年度公益財団法人 LIXIL 住生活財団研究助成金(研究代表者：高橋宏樹，共同研究者：大塚秀三，三井実)により実施した。研究に際して、ものづくり大学技能工学部建設学科大塚研究室および日本大学理工学部建築学科中田研究室の卒研究生より助力を得た。ここに記して謝意を表す。

文 献

- 1) 日本コンクリート工学協会：プレキャストコンクリート製品の設計と利用研究委員会報告書，pp.113-114，2009.8
- 2) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説，JASS5 鉄筋コンクリート工事，pp.160-167，2006.9
- 3) 坂田昇，渡邊賢三，細田暁：コンクリート構造物の品質向上と表層品質評価手法，コンクリート工学，Vol.50，No.7，pp.601-606，2012.7
- 4) 土屋潤，橋高義典，田村雅紀：建築石材仕上げの視覚的評価に及ぼす表面性状の影響に関する研究 その 1 石材の印象評価に関する基礎的検討，日本建築学会構造系論文集，第 575 号，pp.43-47，2004.1
- 5) 岡島達雄，河辺伸二ほか：視覚，触覚および視触覚によるコンクリート素地仕上げの総合的評価，コンクリート工学論文集，Vol.8，No.2，pp.81-89，1997.7
- 6) 日本色彩学会編：色彩化学ハンドブック，pp.1379-1385，1998
- 7) J.P.Guilford 著，秋重義治訳：精神測定法，培風館，1959
- 8) 岡島達雄，河辺伸二ほか：コンクリート素地仕上げの視覚心理学的評価に及ぼす面積の影響，コンクリート工学論文集，Vol.7，No.2，pp.157-165，1996.7
- 9) 橋高義典，上村克郎，仕入豊和：画像解析手法によるコンクリート壁面の汚染度測定方法，セメント・コンクリート論文集，No.44，pp.702-707，1990.3
- 10) 中田善久，大塚秀三：コンクリート表面の色むらの評価方法と今後の展望，セメント・コンクリート，No.736，pp.17-23，2008.6
- 11) 岡島達雄，河辺伸二ほか：コンクリート素地仕上げの距離による「見えの変化」と心理効果，コンクリート工学論文集，Vol.6，No.2，pp.99-106，1995.7
- 12) 大塚秀三，中田善久，藤井和俊，西本好克：プレキャストコンクリート製品における表面仕上がり状態の美観性に対する意識調査，コンクリート工学年次論文集，Vol.31，No.1，pp.1693-1698，2009.7
- 13) 大塚秀三ほか：調合および施工要因の違いがコンクリート表面の色むらに及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.29，No.2，pp.271-276，2007.7
- 14) 近藤嘉広，小谷一三，今立文雄：コンクリート表面色の定量的な評価方法，土木学会第 49 回年次学術講演会講演梗概集，VI -113，pp.222-223，1994.9
- 15) 渡邊賢三，坂田昇ほか：コンクリート表面の色むら発生に及ぼす要因に関する実験的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.35，No.1，pp.679-684，2013.7

論文 Article

版築供試体のインターロッキング効果に及ぼす供試体寸法の影響

原稿受付 2014 年 4 月 3 日

ものづくり大学紀要 第 5 号 (2014) 49~56

赤谷樹一郎^{*1}, 大塚秀三^{*2}, 荒巻卓見^{*3}, 降旗翔^{*4}^{*1} 三友エンジニアリング株式会社(ものづくり大学大学院 ものづくり学研究科 修了)^{*2} ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*3} 日本大学大学院理工学研究科博士後期課程建築学専攻(ものづくり大学大学院 ものづくり学研究科 修了)^{*4} ものづくり大学大学院 ものづくり学研究科

Effects of Specimen Size on Interlocking-effect of Rammed Earth Wall Specimen

Kiichiro AKATANI^{*1}, Shuzo OTSUKA^{*2}, Takumi ARAMAKI^{*3} and Sho FURIHATA^{*4}^{*1} Sanyu Engineering Co.,Ltd.

(Graduate, Graduate School of Technologists, Institute of Technologists)

^{*2} Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*3} Graduate student, Doctor's Degree Course, Graduate school of Science and Technology, Nihon University

(Graduate, Graduate School of Technologists, Institute of Technologists)

^{*4} Graduate School of Technologists, Institute of Technologists

Abstract

The purpose of this paper is to clarify effects of specimen size on interlocking-effect of rammed earth wall specimen. As a result, the following conclusions are obtained: 1) Compressive strength of specimens built 5-layers version becomes smaller as it approaches the single layer. 2) Change in mass tended to be smaller compaction energy increases. 3) Volume change will become small, if bundle hardening energy becomes large. 4) Volume change was not sealed curing. 5) The rate of a volume decrease suited the rate of a mass decrease, and proportionally relations by all the factors.

Key Words : Rammed Earth Wall Specimen, Interlocking-effect, Compaction energy, Compressive strength
Shape change

1. はじめに

版築壁は、土、細骨材、固化材および固化補助材を混合したものを突固めるといふ建築技法により構築し、日本では飛鳥時代から建物の壁や塀として使用されてきた¹⁾。一方で版築壁は、現場発土を主成分として自然由来の材料で構成できること、温湿度の調整機能を有する^{2),3)}こと、人力で施工可能なこと、シックハウス対策に有効なこ

となどからその技法が環境負荷低減につながるものであり、先進国においても見直されつつある^{4),5)}。しかし、版築壁の築造にあたっては、技能者の経験的な勘および伝聞継承された暗黙知に委ねられている部分が多く、工学的知見が体系立ってまとめられていないのが現状である。このことから、既存の版築壁と同等以上の圧縮強度を得るための施工方法および構成材料の割合(以下、構成割合と称する)などについて不明な点がある。

筆者らは、これまでにφ100×200mmの円柱供試体(以下、1段版築供試体と称する)を用いて圧縮強度および形状変化について検討してきた^{6)~8)}。その結果、Fig.1に示すように、圧縮強度は、ランマーの質量の違いに関わらず締固めエネルギーの増加に伴い大きくなる傾向を示した。この傾向は、最上ら⁹⁾の実験結果と同様の傾向を示している。しかしながら、実際の版築壁では、鉛直方向に積層して突固めていくため、高さ方向に伝達する締固めエネルギーの挙動と、これが圧縮強度および形状変化に及ぼす影響については不明な点が残る。

そこで本研究では、後述する版築供試体の固化機構のうちインターロッキング効果に着目して、構成材料を同一として締固めエネルギーおよび版築供試体の寸法を変化させた2種類の版築供試体を用いて、圧縮強度および形状変化に及ぼす影響について検討し、その内容を提示することを目的とする。

ここでは、版築壁を模擬したφ100×1000mm(以下、5段版築供試体と称する)およびφ100×200mmの1段版築供試体を対象として検討した結果を報告する。

2. 版築供試体の硬化および固化機構の仮定

構成材料に土、細骨材、消石灰(水酸化カルシウム)およびにがり水(塩化マグネシウム水溶液)を用いた版築供試体の固化機構は、物理的機構および化学的機構に大別して促えることができる。

2.1 物理的機構(インターロッキング効果)

インターロッキング効果¹⁰⁾とは、土粒子を密実に締固めることで土粒子間の表面摩擦により固化する機構である。その際に、土粒子間の間隙水が多量となると表面摩擦が低減し固化を弱めるため、含水比を管理することが重要となる。また、この効果は、同じ種類の材料であっても粒子配列や締固め方法などでも変化する¹¹⁾。

2.2 化学的機構

(1) ポゾラン反応

ポゾラン反応¹²⁾は、土粒子に含まれるシリカまたはアルミナが水酸化カルシウムと反応してケイ

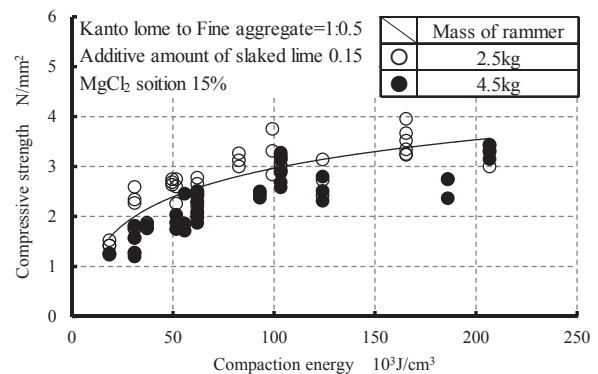


Fig.1 Relationship between compaction energy and compressive strength

酸カルシウムと水を生成する反応である。ケイ酸カルシウムは、不溶性であり版築供試体に結晶として析出するため固化に寄与すると考えられる。シリカと水酸化カルシウムによる反応式を(1)式に示す。



(2) 消石灰の硬化反応

消石灰の硬化反応¹³⁾は、消石灰と空気中の二酸化炭素が反応して炭酸カルシウムを生成する反応である。炭酸カルシウムは、ケイ酸カルシウムと同様に不溶性であり版築供試体内に結晶として析出するため固化に寄与すると考えられる。反応式を(2)式に示す。



ポゾラン反応および消石灰の硬化反応では、いずれも反応の際に H_2O が生成されるが、構成材料の混合時に加える水量と比較すると極めて少ないため、固化への影響をほとんど及ぼさないと考えられる。

(3) 塩化マグネシウム水溶液の反応

塩化マグネシウム水溶液の反応は、以下の2つの効果が挙げられ、前述の固化機構の補助的役割(固化補助材)を果たすと考えられる。

1) 塩化マグネシウム水溶液の結晶水による効果

塩化マグネシウムは、余分な水分を結晶水として取込む効果がある。これにより、粒子間の水分を取込むことになり、インターロッキング効果を増進させることに繋がるものと考えられる。結晶水として取込んだ水分は、定常環境下で蒸発することはない。

2) 塩化マグネシウム水溶液の塩析効果

塩析効果とは、無機塩が水を強く引寄せため

水の活動度が低下し、水に溶けにくい物質の溶解度を低下させる効果である。そのため、ポズラン反応および消石灰の硬化反応で生成された水酸化カルシウムおよび炭酸カルシウムが版築供試体内で結晶化しやすくなると考えられる。その結果、版築供試体の固化を早めることに繋がる。

以上が本研究における版築供試体の硬化および固化機構の仮定である。この仮定に基づけば版築供試体の圧縮強度への影響は、物理的機構では締固めエネルギーが支配的であり、化学的機構では材料の構成割合が支配的であると考えられる。本報告では、物理的機構のうちインターロッキング効果に着目し、版築供試体の寸法の相違が圧縮強度および形状変化に及ぼす影響を検討した。

3. 実験概要

3.1 実験の要因と水準

実験の要因と水準を Table.1 に示す。1層あたりの締固め回数は、25回、50回および100回の3水準とした。養生方法は、気中養生および封かん養生の2水準とした。

3.2 使用材料

使用材料を Table.2 に示す。使用材料は、土に北関東で産出する荒木田土、細骨材に砕砂、固化材に工業用消石灰(JIS R 9001)、固化補助材に塩化マグネシウム水溶液・6水和物とした。

3.3 版築供試体の概要

(1) 構成割合

構成割合を Table.3 に示す。5段版築供試体および1段版築供試体の構成割合は、質量比で荒木田土：細骨材：消石灰＝1：0.5：0.15、塩化マグネシウム水溶液の濃度が15%一定とした。また、塩化マグネシウム水溶液の加水量は、JIS A 1210：2009 突き固めによる土の締固め試験方法に定められる最適含水比まで調整した。

(2) 版築供試体の寸法と締固め回数

本実験では、5段版築供試体(φ100×1000mm)と、各段と同じ締固めエネルギーになる1段版築供試体(φ100×200mm)の2種類の版築供試体を作製して検討を行った。

各供試体における締固めエネルギーの概念を

Table.1 Factors and levels of experiment

Factors	Levels
Number of compaction times Times	25, 50, 100
Curing method	Atmospheric curing Sealed curing

Table.2 Materials

Material	Type	Property/Component
Soil	Kanto loam	Previous report ⁶⁾
Fine aggregate	Crushed sand	Air-dry density:2.61g/cm ³ Fineness modulus:2.75% Water absorption:2.30%
Solidification material	Slaked lime	JIS R 9001 Slaked lime
Aids solidification material	MgCl ₂ solution	MgCl ₂ ・6 hydrate Purity : 98.9% over

Table.3 Ratio of materials, Mass ratio

Constituent material	Ratio of materials
Kanto loam : Fine aggregate : Slaked lime	1 : 0.5 : 0.15
MgCl ₂ solution additive amount %	18.4
MgCl ₂ solution of concentration %	15

Fig.2, 5段版築供試体および切断後の5段版築供試体の外観を Phot.1 に示す。ここでは、各段においてその上段における締固めエネルギーが伝達されて累積されるものと仮定している。5段版築供試体の作製には、φ100×200mmの円柱鋼製型枠を5段縦に連結して使用した。締固めは、4.5kgのランマーを使用し、ランマーの落下高さを30cmとした。5段版築供試体は、1段当たり5層とし1層あたりの締固め回数を25回、50回および100回の3水準とした。締固めエネルギーは、Ralph R.Proctor¹⁴⁾の締固めエネルギーに関する下式により算出した。

$$E_C = \frac{W_R \cdot H \cdot N_B \cdot N_L}{V}$$

ここで、 E_C : 締固めエネルギー(J/cm³)

W_R : ランマーの重量(kgf)

H : ランマーの落下高さ(cm)

N_B : 1層あたりの突固め回数(回)

N_L : 層の数

V : 供試体の容積(cm³)

5段版築供試体の作製後は、圧縮強度試験の材齢にコンクリートカッターを使用して各段の高さが200mmになるように切断した。

一方、1段版築供試体は、φ100×200mmの円柱供

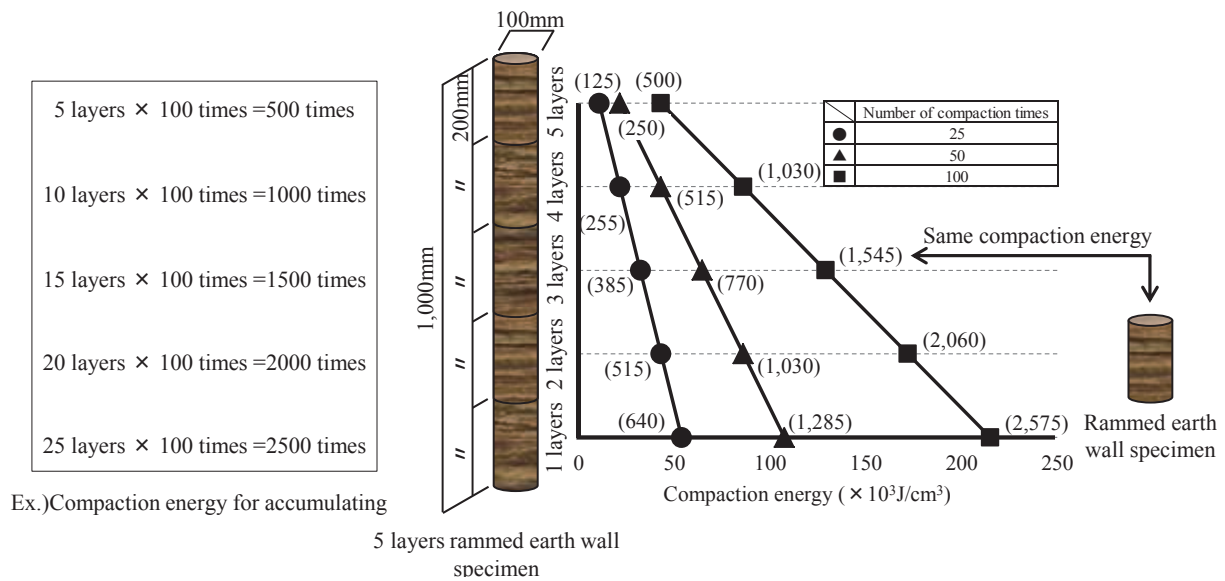


Fig.2 Concept of compaction energy in each specimen



Phot.1 Appearance of 5 layers rammed earth wall specimen and rammed earth wall specimen after cutting

試体として5段版築供試体の各段に累積される締固めエネルギーと同一となる締固め回数(Fig.2 参照)により作製した。なお、層数、ランマーおよびランマーの落下高さは、5段版築供試体の作製方法と同様である。

3.4 試験項目および方法

試験項目は、JIS A 1108 : 2005 に準じた圧縮強度試験と乾燥収縮に伴う版築供試体の形状変化および質量変化とした。5段版築供試体の形状は、JIS B 7512 : 2005 に規定されるコンベックスルールを用いて高さを測定し、JIS B 7507 : 1993 に規定されているノギスを用いて直径を測定し、作製日に対する試験日の体積比で評価した。直径は、5段版築供試体の5段目、3段目および1段目の中心を直行する2方向、高さは5段版築供試体の対面する2方向でそれぞれ測定し、その平均値を用いた。また、併せて5段版築供試体の質量も測定した。いずれの試験とも試験材齢は、28日、56

日、91日、183日および365日とした。

4. 結果および考察

4.1 締固めエネルギーの違いが圧縮強度に及ぼす影響

(1) 圧縮強度と段数の関係

圧縮強度と段数の関係を Fig.3 に示す。同図には、5段版築供試体と1段版築供試体の結果をプロットした。5段版築供試体および1段版築供試体の圧縮強度は、いずれの材齢においても、締固め回数が増加するにしたがって大きくなる傾向を示している。5段版築供試体の圧縮強度は、養生方法および材齢に関わらず締固め回数25回および50回では1段目に近づくにつれて小さくなる傾向を示した。また、締固め回数100回では、5段目から3段目まで概ね大きくなるが3段目から1段目にかけて小さくなる傾向を示した。

1段版築供試体の圧縮強度は、締固め回数に関わらず1段目に向かって大きくなる傾向を示した。また、この傾向は材齢の経過に伴い顕著に現れる。

(2) 5段版築供試体と版築供試体における締固めエネルギーと圧縮強度の関係

締固めエネルギーと圧縮強度の関係を Fig.4 に示す。圧縮強度は、5段版築供試体では、締固めエネルギーが増加しても追従しない傾向を示す反面、1段版築供試体では、締固めエネルギーの増加に伴って大きくなる傾向を示した。5段版築供

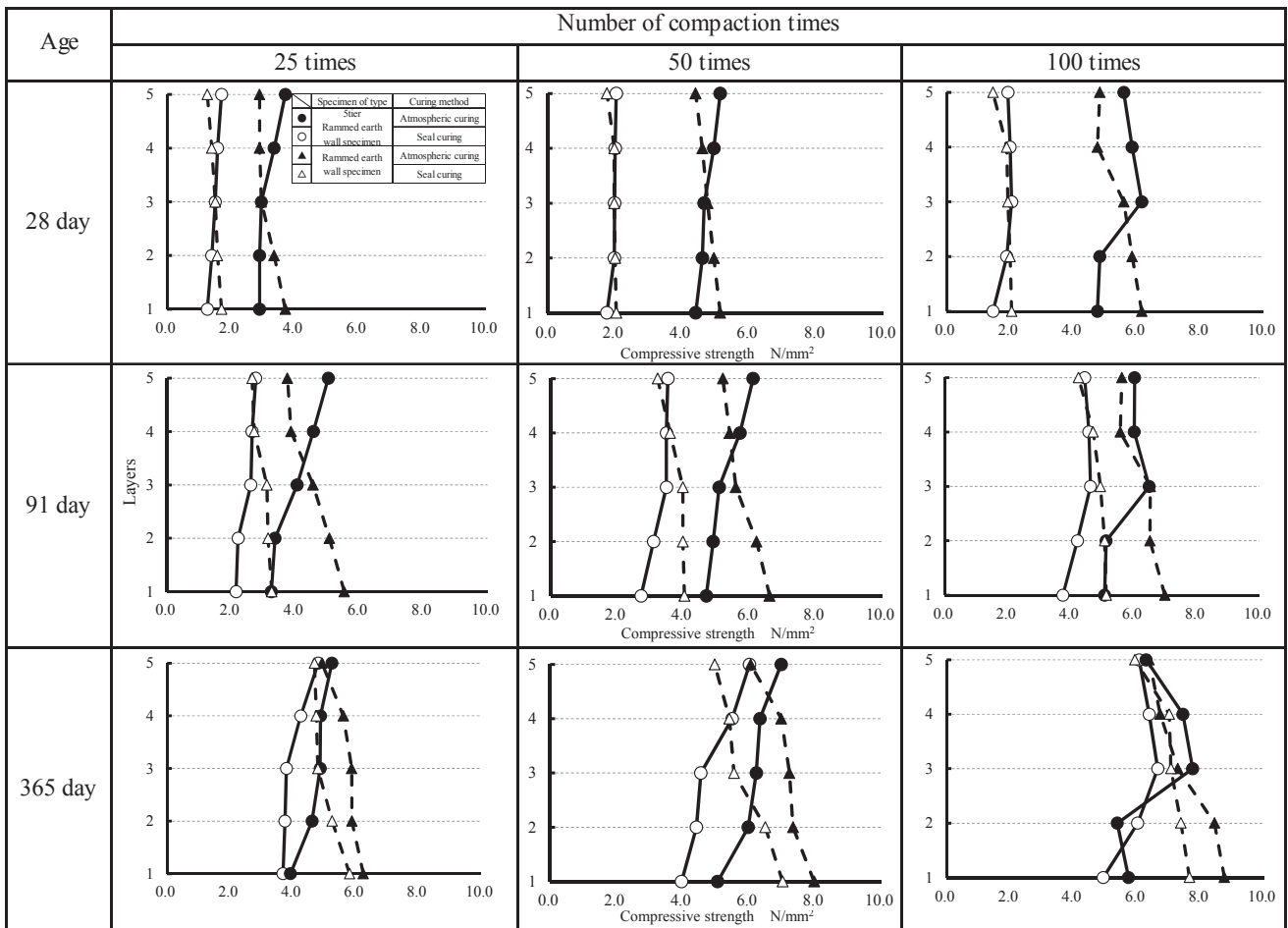


Fig. 3 Relationship between compressive strength and layers

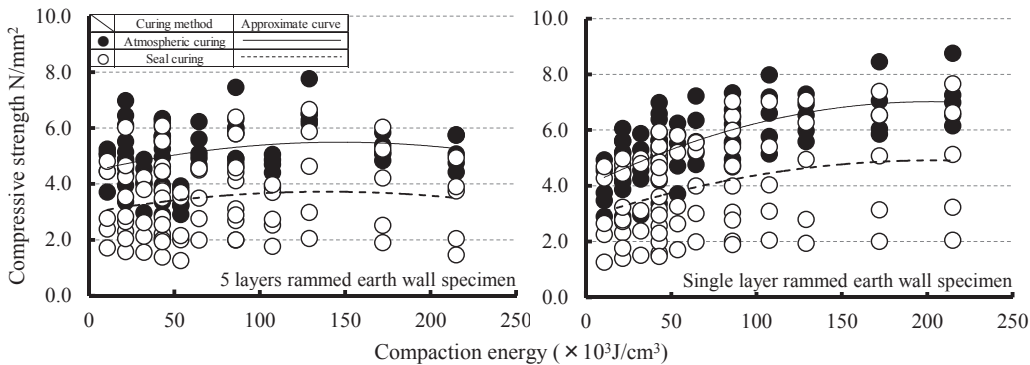


Fig. 4 Relationship between compaction energy and compressive strength

試体では、日野ら¹⁵⁾が示すオーバーコンパクションになると圧縮強度の低下に繋がる現象と一致を見る一方で、同一に締固めエネルギーを加えている1段版築供試体では、圧縮強度の低下がみられなかった。このことから5段版築供試体では、締固めエネルギーが下部まで伝達されていないことを示唆しているものと考えられる。

(3) 同一締固めエネルギーにおける5段版築供試体と1段版築供試体の圧縮強度の比較

1段版築供試体の圧縮強度と5段版築供試体の圧縮強度の関係を Fig.5 に示す。同図は、全材齢

の結果をプロットしたものである。

圧縮強度は、締固め回数および養生方法に関わらず5段版築供試体の5段目および4段目までは1段版築供試体より大きくなる傾向を示した。

また、3段目では1段版築供試体に対して同等であった。一方で、2段目および1段目の5段版築供試体の圧縮強度は、1段版築供試体に対して小さくなった。以上により、ある程度の層数になると、上部に堆積される層における締固めエネルギーが下部へ伝達されにくくなることを示唆するものと考えられる。

4.2 締固めエネルギーの違いが形状変化に及ぼす影響

(1) 締固めエネルギーと形状変化の関係

締固めエネルギーと形状変化の関係を Fig.6 に

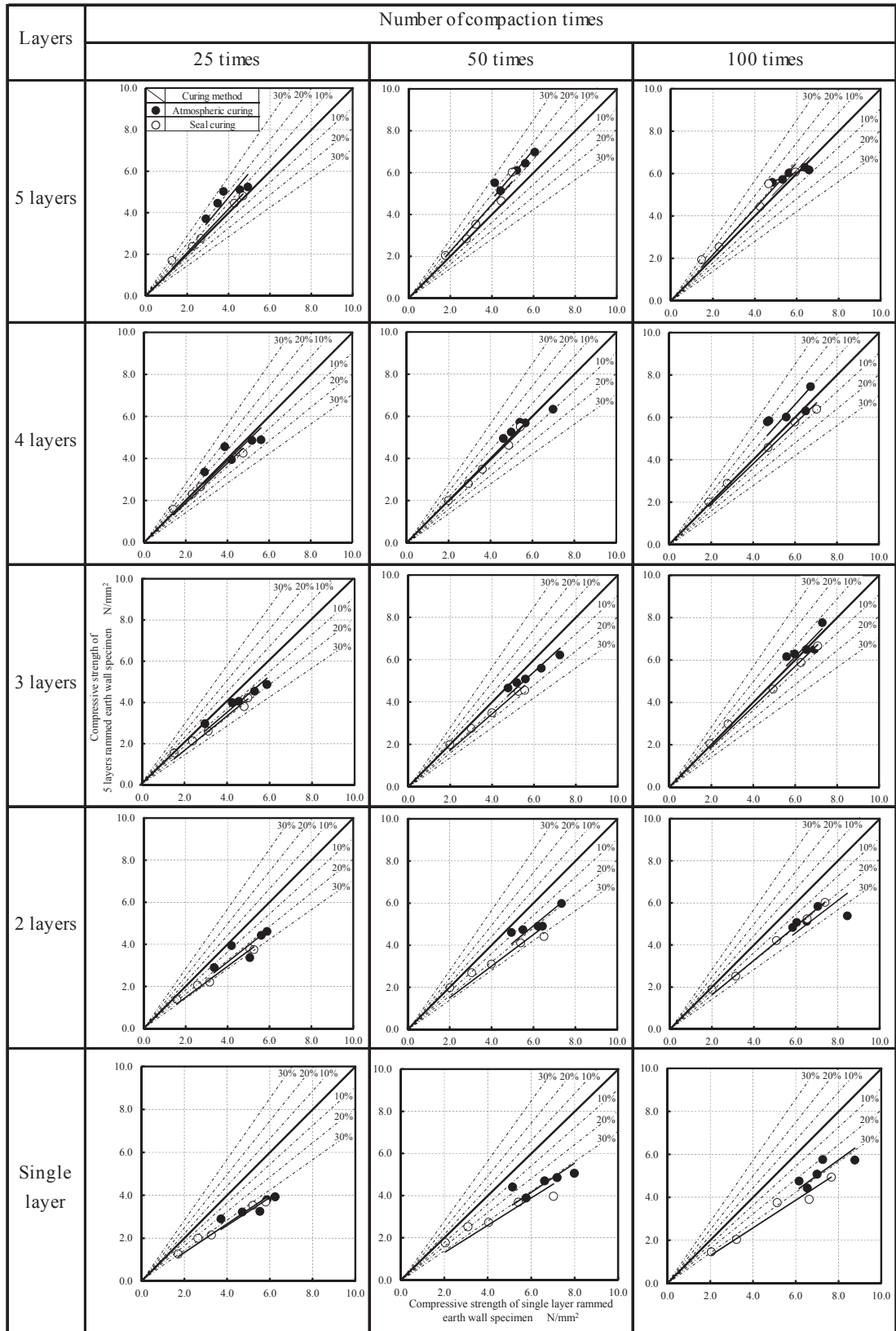


Fig.5 Relationship between compressive strength of single layer rammed earth wall specimen and compressive of strength 5 layers rammed earth wall specimen

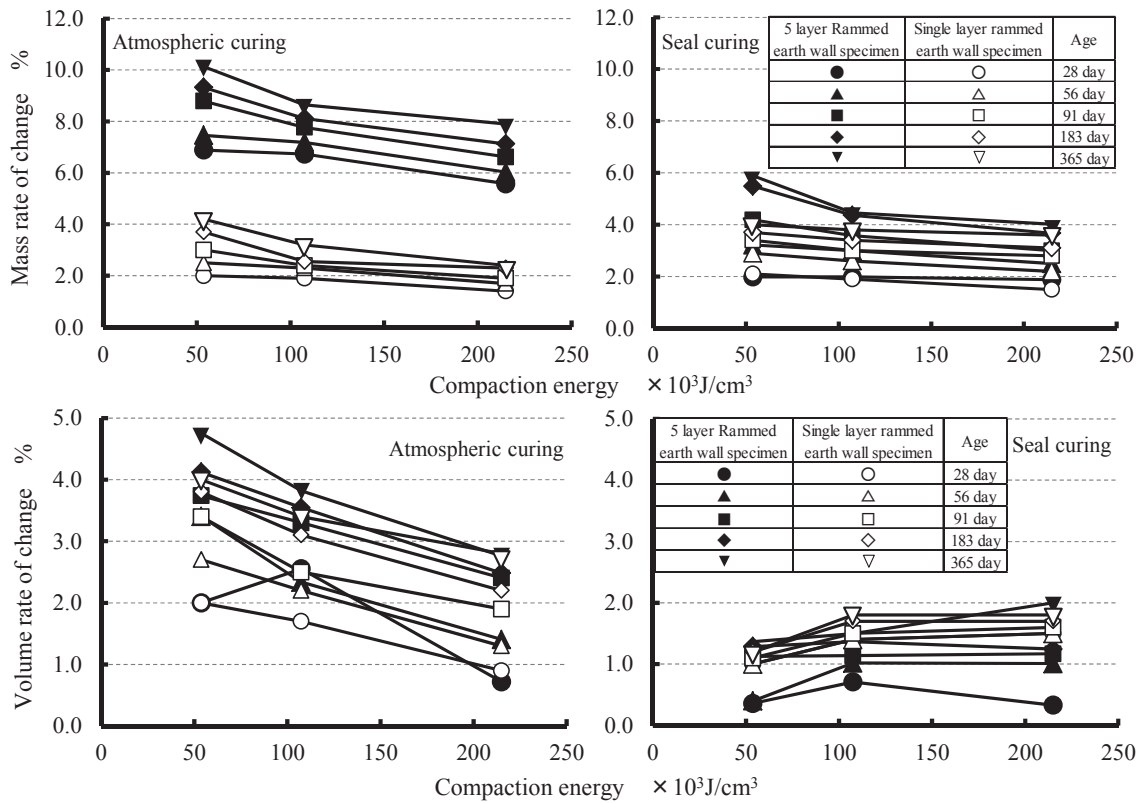


Fig.6 Relationship between compaction energy and shape change

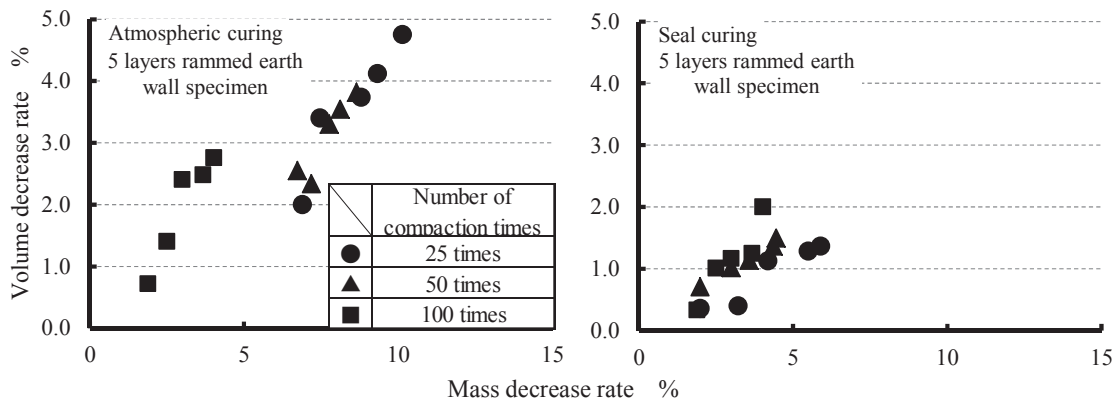


Fig.7 Relationship between mass decrease rate and volume decrease rate

示す。質量変化は、供試体の種類、材齢および養生条件に関わらず締固めエネルギーが大きくなるにつれて小さくなる傾向を示している。これは、締固めエネルギーが大きくなることで供試体の土粒子間の空隙が少なく密実になり、供試体の内部の水分が逸散しにくくなったためと考えられる。質量変化を供試体の種類で比較すると、気中養生では1段版築供試体の方が5段版築供試体に比べ小さくなる傾向を示す一方で、封かん養生では、供試体の違いによる変化はほとんど見られなかった。

気中養生における体積変化は、供試体の種類に

関わらず締固めエネルギーが大きくなるにつれて小さくなる傾向を示した。これは、前述したように締固めエネルギーが大きくなることで供試体が密実になり、供試体の内部の水分が逸散しにくくなったためと考えられる。封かん養生における体積変化は、供試体の種類に関わらず締固めエネルギーが大きくなってほとんど変化はみられなかった。これは、封かん養生では、締固めエネルギーの違いに関係なく水分の逸散が少ないためと考えられる。

(2) 質量減少率と体積減少率の関係

質量減少率と体積減少率の関係を Fig.7 に示す。

体積減少率は、いずれの締固め回数および養生条件においても質量減少率と比例的関係にあった。気中養生においては体積減少率および質量減少率は、締固め回数が多くなるにつれて小さくなる傾向を示す一方で、封かん養生では気中養生に比べ体積変化率および質量変化率ともに小さくなる傾向を示した。

5. まとめ

本研究における、圧縮強度および形状変化に及ぼす影響についての検討に関して得られた知見を以下まとめる。

(1) 締固めエネルギーと圧縮強度の関係

- 1) 5段版築供試体は、1段版築供試体と比べ締固めエネルギーの圧縮強度への追従性が低下した。
- 2) 5段版築供試体の5段目および4段目までは、1段版築供試体より大きくなる傾向を示した。一方で、3段目～1段目では、1段版築供試体に対して小さくなった。

これらの結果から、ある程度の層数になると、上部に堆積される層における締固めエネルギーが伝達されにくくなることが示唆された。

(2) 締固めエネルギーと形状変化の関係

- 1) 質量変化は、締固めエネルギーが大きくなると小さくなる傾向を示した。
- 2) 体積変化は、気中養生では、締固めエネルギーが大きくなると小さくなる傾向を示したが、封かん養生では、ほとんど変化はみられなかった。
- 3) 体積減少率は、いずれの締固め回数および養生条件においても質量減少率と比例的関係にあった。

【謝辞】

本研究を行うにあたり、有限会社渡辺建材からの材料の提供を受けた。実験およびデータ整理では、(株)安藤ハザマ・川瀬翔太氏(当時・ものづくり大学学部生)をはじめとしたものづくり大学学生にご協力いただいた。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 高橋誠一：古代飛鳥の国際性と文化交渉—広域的都市計画と要塞化—, 東アジア文化交渉研究 5号, pp.307-325, 2012.12
- 2) 福應浩ほか：NHL(天然水硬性石灰)の環境性能に関する基礎的研究—(その1) NHL 単体環境性能と利用用途—, 日本建築学会関東支部研究報告集 I, pp.705-708, 2005.2
- 3) 畑中久美子ほか：セルフビルドによる土の実験住宅建設と性能測定に関する研究(その1～2), 日本建築学会大会学術講演概要集, pp.181-184, 2002.8
- 4) 例えば, Gernot Minke 著, 興石直幸, 藤田香織：土・建築・環境 - エコ時代の再発見, 西村書店, 2010
- 5) 例えば, 金子智子, 寺坂久美設計：版築のある家 2007.6(<http://www.satokane.com> 2012.7.1 参照)
- 6) 赤谷樹一郎, 大塚秀三ほか：荒木田土を用いた版築壁の強度性状に及ぼす調合および施工要因の影響に関する研究, 日本建築学会関東支部研究報告集 I, pp.41-44, 2012.3
- 7) 赤谷樹一郎, 大塚秀三ほか：伝統技法を用いた版築壁の強度性状に及ぼす調合および施工要因の影響に関する研究, ものづくり大学紀要, 第3号, pp.42-49, 2012.6
- 8) 川瀬翔太, 大塚秀三, 赤谷樹一郎ほか：伝統工法による版築壁の圧縮強度および形状変化に及ぼす調合および施工要因の影響, 日本建築士学会 2012 年大会学術講演会研究発表論文集, pp.223-226, 2012.10
- 9) 最上武雄, 久野悟郎：土の突固めについて (I), 東京大学理工学研究報告第3巻第7.8号, pp.48-54, 1949.7・8
- 10) 春山元寿：インターロッキング, 土と基礎, Vol.31, No.5, pp.91-92, 1983.5
- 11) 平川修治ほか：締固め土の圧縮・強度特性, 福山大学工学部紀要第11号, pp.41-48, 1989.3
- 12) 玉山豊ほか：たたき工法による人造石を用いた歩道用塗装体の開発とその環境特性, 土の基礎, 地盤工学会誌 pp.23-25, 2004.11
- 13) 船引雅人ほか：消石灰の炭酸化反応を利用した真空加圧成形材の物理特性に関する研究, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第25巻, pp.45-48, 2002.3
- 14) Ralph R.Proctor : Fundamental Principles of Soil Compaction, Engineering News Record, 1933.8
- 15) 日野剛徳ほか：浚渫改良土による盛土材料の一軸圧縮・コーン指数・締固め特性, 第42回地盤工学研究発表会(名古屋), pp.615-616, 2007.7

論文 Article

処理温度が異なるモルタルおよび4種類のシラン系表面含浸材が与える養生3日後の表面保護効果

原稿受付 2014年4月3日

ものづくり大学紀要 第5号 (2014) 57~62

降旗翔^{*1}, 大塚秀三^{*2}, 八木修^{*3}, 荒巻卓見^{*4}^{*1}ものづくり大学大学院 ものづくり学研究科 ものづくり学専攻^{*2}ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*3}株式会社M&Mトレーディング^{*4}日本大学大学院 理工学研究科 博士後期課程 建築学専攻 (ものづくり大学 大学院 ものづくり学研究科 修了)

Effect of Treating Temperature of Mortar and Four Kinds of Silane Penetrant on Its Surface Protection Ability after Three Days Curing Period.

Sho FURIHATA^{*1}, Shuzo OTSUKA^{*2}, Osamu YAGI^{*3} and Takumi ARAMAKI^{*4}^{*1} Graduate Student, Graduate School of Technologists, Institute of Technologists^{*2} Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists, Dr. Eng.^{*3} M&M Trading Inc,^{*4} Graduate Student, Doctor's Degree Course, Graduate School of Science and Technology, Nihon University (Graduate, Graduate School of Technologists, Institute of Technologists)**Abstract**

Surface protection ability of specimens consisted of mortar and four kinds of silane penetrant both treated at 5°C, 20°C and 60°C, respectively, was measured after three days curing period. In the case of penetrating depth, it became long when the silane temperature was 5°C and the mortar temperature was raised. On the other hand, it became shot when the mortar temperature was 5°C and the silane temperature was raised. As for the ability defined by ratios of permeability, absorption and carbonation depth, it improved when the silane temperature was 5°C and the mortar temperature was raised. When the mortar temperature was 5°C and the silane temperature was raised, the ability defined by ratios of permeability and absorption improved. In the case of a ratio of carbonation depth, however, it improved in using three silanes and declined in using one silane.

Key Words :Temperature, Silane, Components, Surface Protection Ability,

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の劣化進行の抑制を目的とした表面含浸材は、コンクリート表面に塗布することで、その成分を含浸させ、コンクリート表層部における物質移動抵抗性を寄与する材料である。表面含浸材は、市販品のおよそ半数を占めるシラン系が主流¹⁾である。

シラン化合物のコンクリート細孔内部における反応メカニズムは、コンクリートの細孔内部に存在する「反応水量」に加え、シラン系表面含浸材の「反応速度」および「粘度」が大きく影響する。

筆者らは既報²⁾において、シラン系表面含浸材の塗布時におけるモルタル供試体の温度を変化要因とした場合の、表層組織の改質とその表面保護効果に及ぼす温度依存性について、2種類のシラン

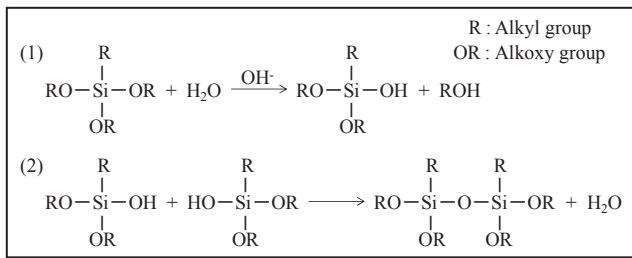


Fig.1 Reaction scheme of silane

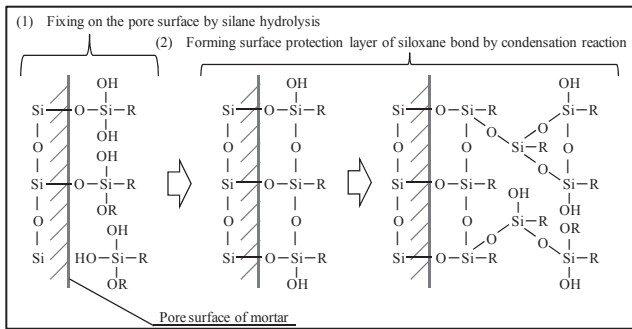


Fig.2 Image of silane condensation reaction on pore surface in mortar

系表面含浸材を対象に検討した結果、モルタル供試体の温度が高い程、シラン系表面含浸材の粘度の低下に伴い含浸し易くなることに加え、細孔内部におけるシラン化合物の反応速度が速まることで、シロキサン結合による網目構造が緻密となり、表面保護効果が向上することを明らかにした。

ところで、シラン系表面含浸材の成分は、疎水基（アルキル基）および官能基（アルコキシ基）で組合わされ、水または有機溶剤で希釈されているものが多く、それらの成分の相違によって性能が異なると考えられる。そのため、成分の異なるシラン系表面含浸材においても既報²⁾の知見が適用できるか不明な点が残される。

本研究では、既往の研究³⁾⁻⁶⁾を参考に成分の異なる4種類のシラン系表面含浸材を選定し、モルタル供試体とシラン系表面含浸材それぞれの温度を変化させた場合の温度依存性について検討する。既報の研究²⁾により、温度が高い程表面保護効果が発揮されるのに対し、温度が低い場合においては表面保護効果が十分に発揮されないと思われるため、本研究の範囲内において最悪な環境条件を想定した温度 5℃を基準とし、モルタル供試体の表面温度あるいはシラン系表面含浸材の温度を変化させた場合における温度依存性について明らかにする。

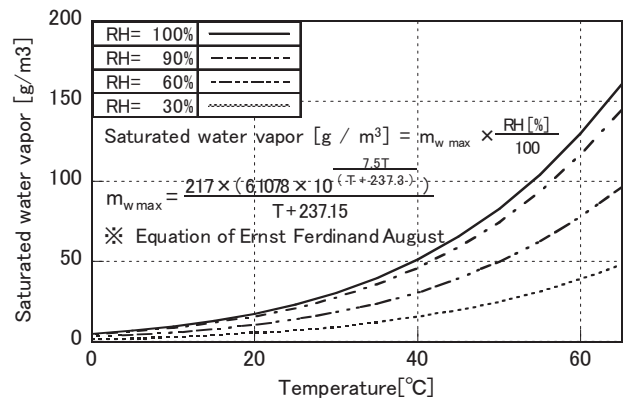


Fig.3 Relationship between saturated water vapor and temperature in the air

2. シラン化合物の反応メカニズム

シラン化合物の反応機構を Fig.1、モルタルの細孔内部における反応模式図を Fig.2 に示す。含浸材は、モルタル供試体の表面に塗布されると、毛細管作用により細孔内部へと浸透する。モルタルの細孔内部には、反応水が存在し強いアルカリ状態であるため、浸透したシラン化合物は直ちに加水分解し、細孔表面に固定化する(Fig.2 (1))。さらに、その上にシラン化合物同士の反応が生じ積層する(Fig.2 (2))ことで、シロキサン結合(Si-O-Si)の網目構造を生成し含浸層を形成する。

これらの反応メカニズムに基づいて、温度の相違による反応水量、反応速度および粘度が及ぼす影響に着目し、以降の考察を述べる。

2.1 反応水量

温湿度と大気中の単位容積に含まれる水蒸気量の関係を Fig.3 に示す。大気中の水蒸気量は、温度および相対湿度が上昇するほど多くなり、モルタル供試体の表層部における水分量もそれに追従するものと考えられる。これにより、シラン化合物の反応に寄与する反応水量に変化をもたらすこととなり、含浸材によるモルタルの細孔内部における組織構造の形成状態へ影響を及ぼす可能性がある。なお、反応水が多くなるほど、反応が早い段階で進行し比較的表層部に含浸層が形成されるのに対して、反応水が少ないと、シラン化合物の加水分解は不十分となり、シロキサン結合の積層が難しく、脆弱な含浸層が形成されるものと推測される。

2.2 反応速度

反応速度は化学反応の最も重要な項目の一つである。反応速度と温度の関係はアレニウスの法則で表され、一般的に温度が上昇すると反応速度は速くなる⁷⁾。この法則は素反応に対して必ず通用することから、含浸材においてモルタルの細孔内部における組織構造の形成状態へ影響を及ぼす可能性が考えられる。なお、一般的にシラン化合物の反応速度が速いほど、シラン化合物同士の縮合反応によるシロキサン結合の網目構造の生成が進み、より緻密な含浸層が形成されるのに対して、反応速度が遅いほど、シロキサン結合の積層がし難く緻密な含浸層が形成されるのに長時間かかると思われる。

2.3 粘度

一般的に液体は、温度が高くなると粘度が低下するため、含浸材においても同様な温度と粘度の関係が考えられる。含浸材は、多孔質材料であるモルタルに毛細管作用によって浸透するため、液体の粘度の変化に伴う浸透速度の相違が含浸深さに影響を及ぼすと考えられる。すなわち、粘度が低くなると、より浸透し易くなるものと思われる。

3. 実験概要

3.1 モルタル供試体の概要

本研究では JSCE-K571-2004⁸⁾に準拠し、モルタル供試体（以下、供試体とする）を用いて検討した。モルタルの調合を **Table 1**、モルタルの使用材料を **Table 2**、基板の作製フローを **Fig.4** に示す。モルタルの調合は、質量比でセメント 1、細骨材 3、水セメント比を 50%とした。モルタルのフレッシュ性状は、空気量 4.2%、モルタルフローが 158mm であった。

3.2 含浸材の種類

シラン系表面含浸材の種類を **Table 3** に示す。本研究では、国内で流通するシラン系表面含浸材の定着時間を検証するために、既往の文献³⁾⁻⁶⁾を参考に 4 種類の成分の異なるシラン系表面含浸材（以下、含浸材とする）を選定した。

3.3 温湿度の設定

既報⁹⁾の研究において、供試体または含浸材の

Table 1 Mix proportion of mortar

W/C (%)	Unit Content (kg/m ³)			Ad (C×%)	Properties of Fresh	
	W	C	S		Air (%)	Mortar Flow (mm)
50	265	530	1590	0.2	4.5	160

Table 2 Materials used in concrete

Material	Symbol	Substance	Specification
Cement	C	Ordinary Portland cement	Density:3.16g/cm ³ Specific surface area:3.280cm ² /g
Water	W	City water	—
Fine aggregate	S	Pit sand	Air-dry density:2.61g/cm ³ F.M.:2.75 Water-absorption rate:2.25%
Chemical admixture	Ad	High-range air-entraining and water-reducing admixture	Polycarbonate
		Air-entraining and water-reducing admixture	Lignin sulfonate and oxycarbonate

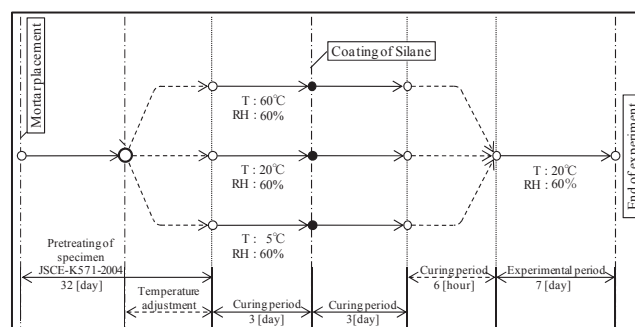


Fig.4 Flow chart of specimen manufacturing

Table 3 Silane penetrants

Penetrant	Structure	Carbon chain	Hydrophobic group	Functional group
Sample A	C ₉ H ₂₂ O ₃ Si	(C ₆)	Hexyl	Methoxy
Sample B	C ₁₂ H ₂₈ O ₃ Si	(C ₆)	Hexyl	Ethoxy
Sample C	C ₁₃ H ₃₀ O ₃ Si	(C ₁₀)	Decyl	Methoxy
Sample D	—	—	Methyl	Methoxy

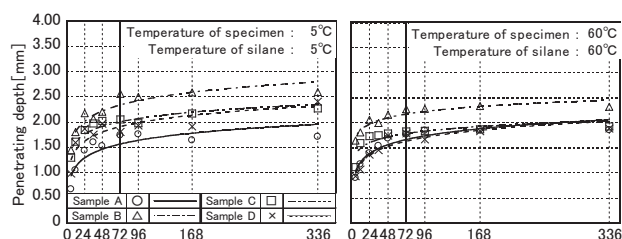


Fig.5 Penetrating depth after coating

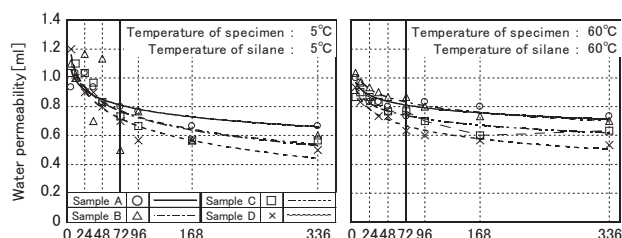


Fig.6 Water permeability after coating

温度の相違が、含浸材の塗布から表面保護効果が発揮されるまでの時間に及ぼす影響について検討した結果について、Fig.5およびFig.6に示す。いずれの温度においても含浸材塗布後、概ね3日(72時間)で定着することを明らかにした。

そこで、供試体の養生条件について、含浸材を塗布する前後3日間において、Table 4に示す所定の温度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ および相対湿度 $60\pm 5\%$ を維持するように、低温恒温恒湿槽(T社製AGX-226型)を用いて調整した。その後、試験開始の6時間前より、温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ および相対湿度 $60\pm 5\%$ の環境下にて養生を行い、供試体の表面温度が 20°C に追従したことを確認した後、試験に供した。

3.4 試験項目および方法

試験項目および方法をTable 5に示す。試験項目は、供試体の表面水分率、含浸材塗布後の供試体の表面温度の経時変化、各種含浸材の粘度およびJSCE-K571-2004に準拠した含浸深さ試験、透水量試験、吸水率試験および中性化に対する抵抗性試験とした。含浸材の粘度測定は、JIS Z 8803:2011に基づいた単一円筒形回転粘度計により、温度が $5\sim 60^{\circ}\text{C}$ の範囲で計測を行い、試験開始から60秒後の粘度を試験値とした。含浸深さ試験、透水量試験、吸水率試験および中性化に対する抵抗性試験では、含浸材塗布後、Table 4に示す所定の温度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ および相対湿度 $60\pm 5\%$ の環境を維持するように、低温恒温恒湿槽を用いて3日間の養生を行った。その後、試験環境による影響を等価に判断する目的で、試験材齢の6時間前より恒温恒湿槽(温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ および相対湿度 $60\pm 5\%$)にて養生を行い、供試体の表面温度が 20°C に追従したことを確認した後、試験に供した。

4. 結果および考察

4.1 反応メカニズムにおける予備検討

(1) 供試体の温度と表面水分率の関係

供試体の温度と表面水分率の関係をFig.7に示す。ここでは、相対湿度60%一定として温度が $5, 20$ および 60°C の環境下に3日間静置した供試体の表面水分率について、表面含水率計(K社製HI-520)を用いて測定した。その結果、供試体の

Table 4 Temperature of silane and specimen

		Temperature of specimen		
		5°C	20°C	60°C
Temperature of silane	5°C	○	○	○
	20°C	○	—	—
	60°C	○	—	—

○ : Penetrating depth, Water permeability, Water absorption
 ■ : Carbonation depth

Table 5 Testing items and standards

Testing item	Testing standard	Curing periods [day]
Surface moisture of specimen	(Type HI-520)	—
Surface temperature of specimen	(Type AD-56111A)	
Viscosity of silane	(Type TVB-10M) JIS Z 8803 : 2011	—
Penetration depth	JSCE-K571-2004	—
Water permeability		7
Water absorption		—
Carbonation depth		28

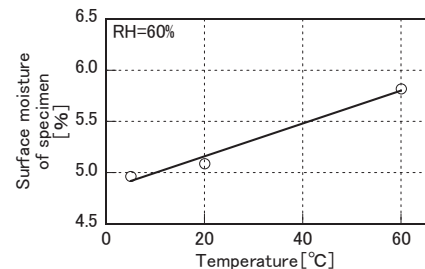


Fig.7 Relationship between surface moisture and temperature

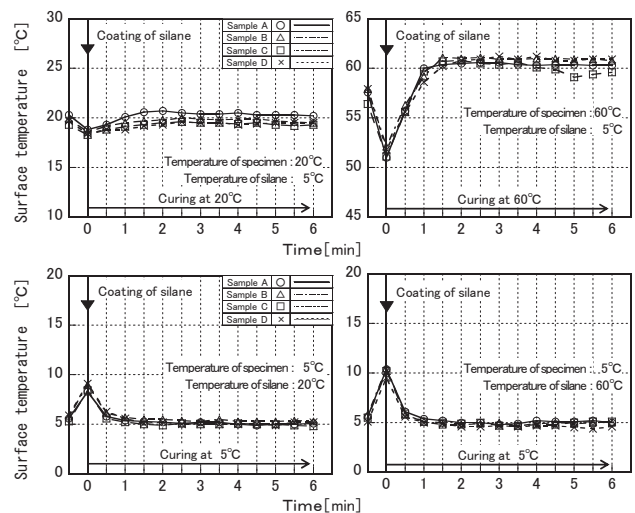


Fig.8 Surface temperature after silane coating

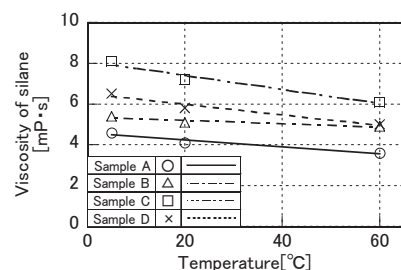


Fig.9 Relationship between viscosity of silane and temperature

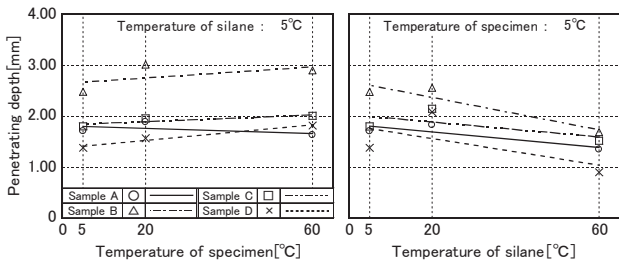


Fig.10 Relationship between temperature and penetrating depth

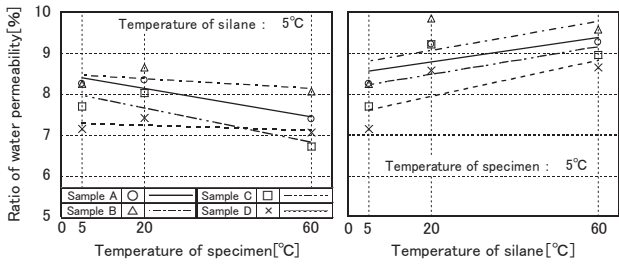


Fig.11 Relationship between temperature and ratio of water permeability

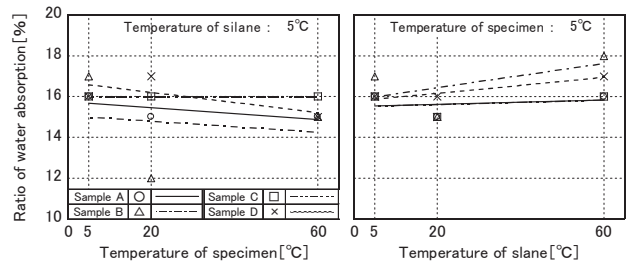


Fig.12 Relationship between temperature and ratio of water absorption

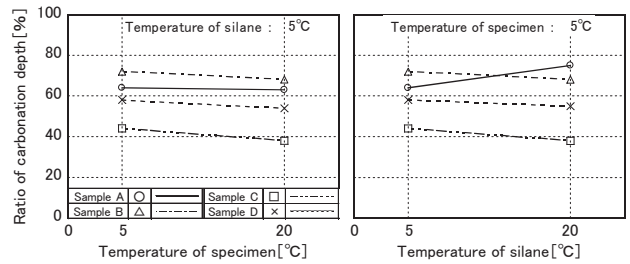


Fig.13 Relationship between temperature and ratio of Carbonation depth

表面水分率は、温度の上昇に伴いほぼ直線的に増加する傾向を示した。このことから、供試体の表面水分率は、Fig.3 に示す温湿度と大気中に含まれる水蒸気量の関係に追従することが確認され、供試体の温度が高い程、供試体内部の反応水が多くなる。結果、含浸材の反応が促進されることで、供試体表層部に緻密な網目構造を形成し、耐水性能が向上するものと思われる。

(2) 含浸材塗布後の表面温度の経時変化

本研究では、例えば供試体の表面温度 60°C に対し、5°C の含浸材を塗布あるいはその反対の条件において検討を行っている。そのため、含浸材塗布後の供試体の表面温度は、熱量保存の法則に従い影響が生じるものと思われ、前述した表面含浸材の反応速度に影響を及ぼす可能性が考えられる。

そこで、含浸材塗布前後の供試体の表面温度の経時変化を把握する目的で、放射温度計 (A 社製 AD-56111A) にて計測を行った結果を Fig.8 に示す。いずれの条件下においても、含浸材塗布後ほぼ 2 分という比較的早い段階で、含浸材の温度が供試体の表面温度に追従することが確認できた。したがって、含浸材の温度より供試体の温度が支配的となり、結果として含浸材の温度の相違が反応性に与える影響は少ないものと思われる。

(3) 含浸材の温度と粘度の関係

含浸材の粘度は Fig.9 に示す通り、温度が 5~

60°C の範囲において、温度の上昇に従い直線的に低下する傾向を示した。このことから、含浸材の粘度と温度の関係には、高い相関性があることが認められた。すなわち、温度が高くなると含浸材の毛細管作用によって浸透し易くなると思われる。

4.2 温度依存性

ここで以下に示す透水比、吸水比および中性化深さ比とは、無塗布の供試体に対する比を表す。

(1) 温度と含浸深さの関係

温度と含浸深さの関係を Fig.10 に示す。含浸材の温度を 5°C とし、供試体の温度を上げた場合、含浸深さが長くなることが確認できた。一方、供試体の温度を 5°C とし、含浸材の温度を上げた場合、含浸深さが短くなる傾向が示された。Fig.8 に示すように、含浸材の温度はおよそ 2 分以内で供試体の表面温度に追従することから、供試体の温度がその後の含浸材の表面保護効果に強く影響を与えるものと推測された。

表面保護効果に与える影響に関し、2 章で述べたように、含浸材の粘度は温度の上昇に伴い低下し含浸し易くなるものと思われる。一方で温度の上昇に伴い反応速度が速くなり、また、反応水分量が増えることで含浸材が反応し、比較的表面上において固定化されることで、含浸深さは浅くなると思われる。

供試体の表面温度を上げた場合、Fig.8 に示すよ

うに含浸材の温度はおよそ2分以内で供試体の表面温度に追従するため、含浸材の粘度が低下し含浸し易くなったものと思われる。すなわち、粘度の低下による影響が、反応温度（反応速度）、反応水分量の効果よりも卓越したものと思われる。

含浸材の温度を上げた場合において、2分以内に供試体の温度5°Cに追従するため、粘度の低下に伴う影響は小さく、含浸深さに大きな差は無いものと思われた。しかし、3日後の含浸深さが明らかに浅くなるのが説明できず、「第4番目の要因」の存在が示唆される。

(2) 温度と透水比及び吸水比の関係

温度と透水比の関係を Fig.11 に吸水比の関係を Fig.12 に示す。含浸材の温度を5°Cとし、供試体の表面温度を上げた場合、透水比と吸水比はともに低くなるのが確認できた。一方、供試体の表面温度を5°Cとし、含浸材の温度を上げた場合、透水比と吸水比が高くなるのが確認できた。

前節(1)で述べたように、供試体の表面温度を上げた場合、含浸材の温度は約2分後に供試体の表面温度に追従するため、シランの反応が促進されることで、3日後の透水比と吸水比で示される表面保護効果は向上することになる。一方、含浸材の温度を上げた場合、含浸材の温度は2分以内に供試体の温度5°Cに追従するため、3日後の表面保護効果に大きな影響は与えないものと思われていたが、実際には含浸材の温度を上げた場合は、保護効果が大きく低下していた。ここでも、「第4番目の要因」の存在が示唆される。

(3) 温度と中性化深さ比の関係

温度と中性化深さ比の関係を Fig.13 に示す。2点での測定であるため、必ずしも確定的ではないが、供試体の表面温度を上げた場合、透水比、吸水比と同様に、小さくなるのが確認できた。一方、含浸材の温度を上げた場合、含浸材 B, C, D では中性化深さ比は小さくなるが、含浸材 A では大きくなった。

5. まとめ

本報告で得られた知見を以下にまとめる。

- (1) 4種類のシラン含浸材を用いた場合、含浸深さは、供試体の表面温度を高く、また含浸材の温度を低くした場合において深くなった。
- (2) 透水比および吸水比は、供試体の表面温度を高く、また含浸材の温度を低くした場合において小さくなった。
- (3) 中性化深さ比は、供試体の表面温度を高くした場合に小さくなった。含浸材の温度を高くした場合、含浸材 B, C, D では小さくなったが、含浸材 A では大きくなった。
- (4) 表面保護効果を、含浸材の粘度、反応温度（反応速度）および反応水量の3点で評価をしたが、必ずしも十分に説明できなかった。そのことから「第4番目の要因」の存在が示唆される。

謝辞

本実験に際して、ものづくり大学技能工芸学部建設学科大塚研究室の学生より多大な助力を得た。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートの表面被覆および表面改質技術研究小委員会報告，pp.16-17，2006
- 2) 荒巻卓見，大塚秀三ほか：シラン系表面含浸材の表面保護効果に及ぼす温湿度の影響に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.35，No.1，pp.1645-1650，2013
- 3) 久保善司ほか：ASRにより劣化したコンクリート構造物のシラン系表面処理による補修効果の検討，土木学会論文集，Vol.53，No.690，pp.95-107，2001
- 4) 久保善司ほか：シラン含浸コンクリートの撥水性評価，材料，Vol.52，No.9，pp.1095-1100，2003
- 5) 小池正俊ほか：種々の発水系材料を含まないコンクリートの発水性評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.27，No.1，pp.1615-1620，2005
- 6) 兼子弘ほか：低水セメント比のコンクリートにおけるシラン系表面含浸材の含浸深さと吸水抑制効果，コンクリート工学年次論文集，Vol.30，No.2，pp.643-648，2008
- 7) Keith J. Laidler：化学反応速度論 I，産業図書株式会社，pp.41-44，1997
- 8) 土木学会：表面保護工法設計施工指針（案），表面含浸材の試験方法（案），pp.55-67，2006
- 9) 降旗翔，大塚秀三ほか：シラン系表面含浸材の定着時間に及ぼす温度の影響に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.36，No.1，2014（投稿中）

報告 Report

秩父やまなみ街道物産販売所共同事業

—ものづくり大学設立 10 周年・秩父やまなみ街道開通 10 周年記念共同事業—

原稿受付 2014 年 3 月 20 日

ものづくり大学紀要 第 5 号 (2014) 63~68

大島博明※1

梶山隆史, 鈴木奉文, 挽野太希, 山口雄太郎, 山下雄太, ※2

高田和輝, 関拓真

※1 ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科

※2 ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科 大島研究室学生

1 はじめに

大学の設立 10 周年と埼玉県道路公社「秩父やまなみ街道」開通 10 周年を記念して、記念事業が企画され、皆野料金所前の駐車場スペース内にある地域物産販売所を取り込んだ御休み処の提案を大島研究室で行うこととなった。企画、デザイン、施工と学生達による一連の活動を報告する。

現況の売店コーナーは、夏の強い日差しを受け、商品の傷みが激しく、休憩コーナーとしては十分な家具やテーブル施設等がなかった。そこで風通しがよく、夏の日差し対策を考えた快適な御休み処であり、旅行者にとって魅力あるスペースの提案を求められた。

当初、皆野商工会は、テナントとしての参加であり、大学と公社で検討を進めたが、地域振興の視点が評価され、皆野商工会も含めた 3 者による共同事業に発展した。

2 敷地及び現況

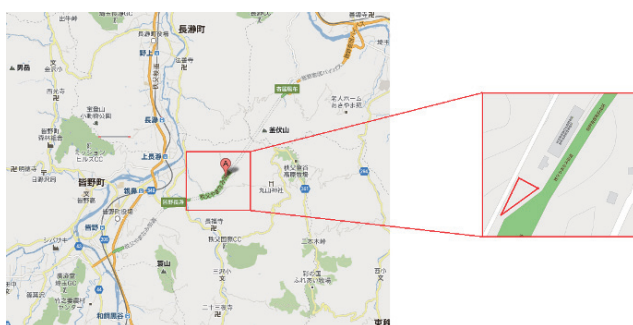


図 1 敷地位置図



写真 1 現況写真

所在地 : 秩父郡皆野町大字下田野 4 9 4 (皆野寄居有料道路料金所前サービスエリア内)
皆野寄居有料道路は国道 140 号線のバイパスとして、特に渋滞の激しい寄居町から皆野町間に整備された。地域の生態系に配慮し、周辺環境への影響をできるだけ緩和した有料道路として整備され、自然にやさしい“エコロードとして誕生した。有料道路に直接面し、片側を谷があるため、風が強い場所でもある。夏は暑さの厳しい場所であるが、谷側には、ホテルが生息する場所があり、景勝地である。

与えられた敷地は駐車場スペースの端部に位置する三角形の勾配のある狭い敷地であり、ドライバーから目立たない場所となっていた。3つの仮設店舗があり、地域の食材や物産が売られていた。

3 基本計画および基本設計

既存の店舗ブースが3か所あった。店舗も新設する案も検討したが、予算上の制限があり店舗は既存のものを活かす計画とした。店舗を出店している新井武平商店の工場や本店などを見学し、新井社長のご意見を伺いながら、基本計画を進めた。

3.1 計画与件の整理

1. 道路から守られた快適な空間づくりをする。
2. ドライバーの目に留まる建築とする。
3. 強い日差し対策を考える。
4. 旅行者等が休め、談話や軽食ができる家具コーナーを作る。
5. 景観と調和した建築とする。
6. 地域性を表現する建築とする。
7. 予算を抑えた建築とする。
8. 夏の繁忙期にオープンする。

以上が埼玉県道路公社及び皆野商工会を交え、打合せを行い、整理した与件である。

3.2 デザインテーマ

第1のテーマは旅行者の目に留まる「動き」であり、第2のテーマは「地域性の表現」である。多くのスタディを行い、埼玉県道路公社と協議しながら、最終案を作り上げることができた。

研究室では、このお休み処を、秩父のやまなみの木々を伝える風をイメージして「ウインド」と呼んでいる。入口側の建物を「ウインドⅠ」と呼び、水平の動きを、奥の建物は「ウインドⅡ」と呼び、垂直の動きを表現している。

皆野の環境から生まれた建築を目指し、「地元の食材を、地元の木でつくられた木の空間の中で、楽しんで頂きたい」「秩父の間伐材で作られたヒノキのイスに座り、秩父のやまなみを楽しんで頂きたい。」という思いをデザインの手掛かりとした。



写真2 新井社長と打合せ

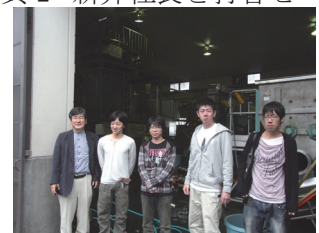


写真3 新井商店工場見学



写真4 検討会議

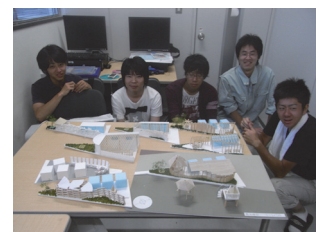


写真5 検討模型

4 実施設計

当初RCと木構造の混構造による表現を考えていたが、予算及び工期の両面から、木造表現に決定した。屋外という点及び予算上から、ヒノキの丸太材を主材料とした。基礎も植栽との取り合いを考え、布基礎の予定であったが、予算上、独立基礎に変更した。

現況の地盤は、勾配がきつく休憩スペースとしては、難があった。また、夏場はアスファルト面が加熱され、たいへん過しづらい休憩スペースとなっていた。これらを大学に寄贈されたヒノキの間伐材を製材して、無垢のヒノキ材のデッキとして設計した。家具も、無垢のヒノキ材によって設計し、素材を活かしたシンプルなデザインとした。塗装は、オスモのクリアーを使い、素材を活かす表現とした。

やまなみ側の手すりは道路側とある程度の離隔を取った方がよいと考え、基本設計ではやや高めに設定していた。ホタルの生息する「やまなみ側」の景観との連続性を高め、景観を楽しめる設計とするために、現地を確認し、低くした。



写真6 道路側よりの全体模型

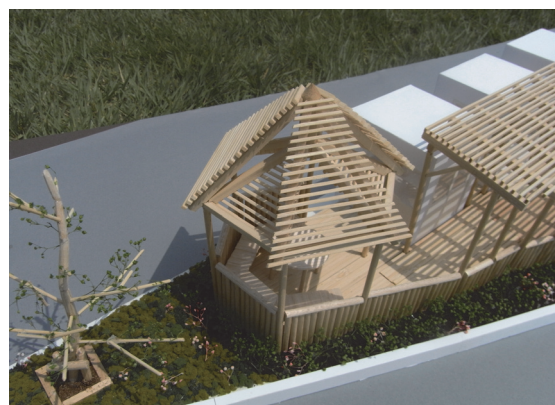


写真7 東屋 WIND II 鳥瞰模型



写真8 エントランス廻り模型



写真9 最終検討会議

5 施工

施工予算及びスケジュールの厳しい計画であり、様々な施工上の工夫が必要となった。当初限られた施工費用が条件であったが、皆野商工会新井社長の追加援助や工務店側の協力等があり、実現することができた。施工は、熊谷市の時田工務店に、協力をお願いし、学生達がインターシップに行く形で行った。テーマである「動き」を木造で表現するため、現場で原寸図を描きながら、施工した。「かぶらずか」の施工は、組み方が難しく、学生達にとってたいへん貴重な体験となった。

5.2 基礎工事

予算上の問題があり、布基礎から独立基礎に変更した。型枠も予算を抑えるためPCボックスを埋め殺して省略し、右図のアンカー金物を25箇所設置し、基礎とした。勾配があるため、レベル確認を正確に行い、金物をセットした。



写真10 アンカー金物 写真11 基礎打設完了

5.3 建て方

木材は構造材を埼玉県ときがわ町のヒノキ材を使用した。柱及び壁柱は120φの丸柱を用いた。丸太材を使用することにより、耐候性を向上させながら予算を抑えることができた。また、ウェーブする壁を施工することも容易となった。

独立基礎に柱を立て、つなぎ梁、登り梁はユニック車を使い取付けた。原則として金物を使わず、組

物を原則する伝統工法とした。

東屋の屋根部分は、かぶらずかの手法を用いた。組物による伝統工法であり、設置がかなり難しかったが、満足のゆくデザインとなった。



写真 12 建て方開始

写真 13 つなぎ梁施工

写真 14 建て方完了

写真 15 かぶら束詳細

5.4 デッキ工事

デッキの実施は、予算上の制約でたいへん厳しかったが、秩父地区森林振興木造建築普及の会より寄贈されたヒノキの間伐材を無償で製材して頂き、実現することができた。既存のアスファルト面の勾配解消と夏季の床面からのふく射熱対策の二つの目的がある。



写真 16 デッキ施工

5.5 塗装工事

木材の素材感を出すために、色は付けない方針とした。ルーバー及び構造材すべてに天然素材であるオスモクリアーの 2 回塗りを行った。学生達がすべての塗装をおこなった。塗装は、木材のメンテナンス上、大切な要素であるので、今後も担当予定である。



写真 17 かぶら束塗装 写真 18：間柱塗装

5.1.4 家具工事

デッキと同じく、秩父地区森林振興木造建築普及の会より寄贈されたヒノキの間伐材を無償で製材して頂き、施工することができた。移動可能なベンチを 10 か所とテーブル 2 か所無垢材で制作設置した。



写真 19 ウインドⅠ家具

写真 20 ウインドⅡ家具

写真 21 家具組み立て準備

写真 22 間伐材

5.1.5 ものづくり大学展示コーナーの設置

皆野商工会新井社長からの御好意により、3店舗ブースの 1 つを「ものづくり大学の展示スペース」とすることになり、「ものづくり大学の情報発信の場」とすることができた。建設学科だけでなく、製造学科の作品、大学のイベント情報などを展示予定である。長く有効に使いたいと考える。

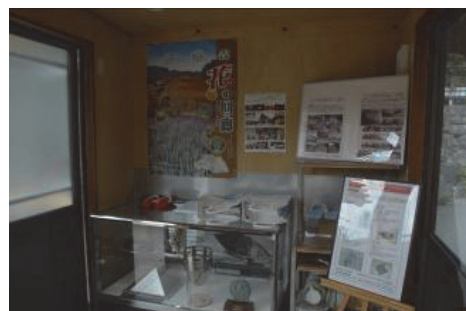


写真 23 大学展示コーナー

5.1.6 オープンセレモニー

2011年8月12日、埼玉県道路公社が、盛大にオープンセレモニーを開いた。埼玉県道路公社の皆様、皆野商工会の会長や新井社長及び秩父地区森林振興木造建築普及の会の皆様が参加し、お祝いをして頂くことができ、たいへんうれしいイベントになった。



写真 24 大島研究室 3, 4 年生と参加者



写真 25 全景



写真 26 オープンセレモニー風景



写真 27 新井社長と大島研 4 年担当者

6.1 おわりに

企画及び設計に約 4 カ月、施工に約 1 カ月の厳しいスケジュールであったが、無事に完成し、オープンすることができた。地域振興という視点でも、産学官の共同事業及び学生の社会貢献事業としてもたいへん意義深い活動であった。

【今後の計画】

植栽工事は予算上順次行う予定である。この計画は、埼玉県と大学とのコラボレーション活動であり、皆野商工会も交え、今後も継続発展する事業である。風鈴コンテストなど各種イベントを埼玉県道路公社側と共同で行う予定となっている。

【謝辞】

われわれの活動を暖かく見守って頂いた埼玉県道路公社の皆さま、新井商店新井社長、秩父地区森林振興木造建築普及の会の皆さま及び時田工務店皆さまに重ねて厚く御礼申し上げます。



写真 28 埼玉県道路公社より感謝状



写真 29 皆野商工会及び新井商店に感謝状

参考資料

- 1) 挽野太希, 2011 年度卒業研究・制作・設計梗概集, ものづくり大学設立 10 周年記念事業
秩父やまなみ街道物産販売所共同事業「WIND」の設計
- 2) 山下雄太, 2011 年度卒業研究・制作・設計梗概集, ものづくり大学設立 10 周年記念事業
秩父やまなみ街道物産販売所共同事業「WIND」の施工
- 3) 挽野太希, 2011 年度卒業研究・制作・設計作品集, ものづくり大学設立 10 周年記念事業
秩父やまなみ街道物産販売所共同事業「WIND」の設計
- 4) 日本経済新聞, 「料金所 PA 改装」, 2011 年 8 月 9 日.
- 5) 埼玉新聞, 「地元産木材で休憩施設 皆野の秩父やまなみ売店新装オープン」, 2011 年 8 月 13 日.
- 6) サンデー毎日, 「秩父市県産木材, 学生的设计施工, 学生展示コーナー等」, 2011 年 9 月 11 日.
- 7) 彩の国商工会だより NO.387 号, 「秩父やまなみ売店を改装 皆野町商工会」, 2011 年 11 月 1 日.
- 8) 秩父ケーブルテレビ, 「秩父やまなみ売店 報道」, 2011 年 9 月 11 日.

報告 Report

ものづくり大学同窓会 平成 25 年度 地域貢献活動報告

原稿受付 2014 年 3 月 26 日

ものづくり大学紀要 第 5 号 (2014) 69~72

中元良成*1, 加藤大樹*2, 上原苑子*3, 大塚秀三*4, 川辺憲一*5

*1 ものづくり大学同窓会 書記(学務部 教務・情報課 交流係)

*2 ものづくり大学同窓会 理事(学務部 総務課 施設係)

*3 ものづくり大学同窓会 会長(学務部 教務・情報課 教務係主任)

*4 ものづくり大学同窓会 監査(技能工芸学部 建設学科 准教授)

*5 ものづくり大学 学務部 学生課 課長

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災を受け、ものづくり大学同窓会（会長：上原苑子・建設 2 期）では、昨年に引き続き有志を募り、災害ボランティア活動（以下、「ボランティア活動」とする）を行った。また、近隣の幼児・児童を主対象にものづくりの楽しさを啓発する事を目的とし、既に社会で活躍している本学の卒業生の有する技能・技術を活かした地域貢献活動として、体験型ものづくり教室（以下、「ものづくり体験教室」とする）を、引き続き実施した。

ここでは、2013 年度にもものづくり大学同窓会が実施した「ボランティア活動」ならびに「ものづくり体験教室」について報告する。

2. 活動概要

「ボランティア活動」は、年間を通して 3 回（2013 年 2 月末日現在）行い、活動場所は岩手県陸前高田市とした。「ものづくり体験教室」の開催は、行田市よりものづくり大学が依頼を受けて実施している「おもしろものづくり教室」、行田市商工会議所の主催する「商工祭・時代祭り」、JCM 埼玉（連合埼玉金属部門連絡会）の主催する「親子ものづくり教室」など、大学周辺において年間を通じて複数回実施した。メニューは、毎年好評を博している道具箱型筆箱およびガラスブラスト、モルタルを使った研ぎ出しキーホルダー、オリジナルペンたてである。使用する材料の一部については、建設学科のご好意により実習の廃材をご提供頂いている。また、講師は昨年度同様ものづくり大学同窓会役員ならびに卒業生有志を主としており、ボランティアによるものである。今後、同教室を更に活性化するため、Teaching Staff として卒業生を広く募っているところである。

3. 活動内容

3.1 陸前高田ボランティア

3.1.1 概要

2011 年度 3 月 11 日発生した東日本大震災を受け、今年度も引き続き岩手県陸前高田市を中

心に復興・生活支援活動を行った。

この活動は今年度で3年目となる。活動内容に関しては、これまでと同様、遺品搜索活動に加え、食堂の屋外屋根の設置、駐車場の整備など、現地の依頼に重点を置き活動を行った。

3.1.2 実績報告

ボランティア活動は、4月・5月・8月・12月にて行い、21日間で延べ144名での活動を行った。(写真1)

現地で生活する方々から寄せられる依頼内容が、生活に密着したものへ変化してきた昨年度と比べ、今年度は食堂の屋外屋根の設置や大型バス用の駐車場整備といった復興に向けた前向きな依頼が多く寄せられた。また、高齢者宅の庭の整備や地元の神社の整備・清掃など、地域住民の声を直接聞いて活動を行うといった、地域に密着した活動を多く行った。

活動等の費用については、同窓生有志のみで捻出し、技術指導に関しては建設学科元非常勤講師の村上幸一氏にご協力頂くことができた。また、活動を行うにあたり、現地との調整などについては、地元住民からも多くのご協力を頂いた。

その他、ボランティア活動の主な内容は、下記の通りである(表1)。

なお、本活動については2013年5月5日付の東海新報(写真2)にて紹介されている。

表1 平成25年度ボランティア活動一覧

No.	活動期間	参加延べ人数	活動内容
1	4月27日(土)~5月5日(日)	78名	(NPO) P@ct より依頼: 倉庫製作, 掲示板修理, 汚泥掻き出し, 遺品搜索 村上建設学科非常勤講師より依頼: 仮設住宅用ベランダ部材制作, 諏訪神社整備
2	8月10日(土)~8月18日(日)	57名	村上建設学科非常勤講師より依頼: 飲食店屋外屋根設置工事 (NPO) P@ct より依頼: 大型バス用駐車場整備, 高齢者宅庭整備補助
3	12月21日(土)~12月23日(月)	9名	住田町社会福祉協議会より依頼: 屋外階段移設工事



写真1 活動状況



写真2 東海新報(2013/5/5)

3.2 小学生対象体験教室

3.2.1 モルタルを使った研ぎ出しキーホルダー

(1) 概要

日本家屋の壁や床・土塀等，仕上作業で欠かせない職種である「左官」に馴染みのある子どもが少ないのではないかと，という観点から地域の子どもに対し左官材や仕上げ材を使用したものづくり体験教室を開催した（写真3）。

(2) 実績報告

昨年度と同様に，5月にさきたま古墳で開催された「さきたま火祭り」にて開催し，70組の参加があった。

3.2.2 道具箱型筆箱

(1) 概要

日本文化の一つである職人の道具箱の原理を現代の子供たちに伝えるため，本来の縮尺を変更し，筆箱として使用できるようにした（写真4）。

(2) 実績報告

7月に，昨年と同様に，ものづくり大学が行田市からの依頼で開催している「おもしろものづくり教室」にて，「道具箱型筆箱をつくろう」を開催し，9組の応募があった。

3.2.3 グラスブラスト

(1) 概要

ブラストは，建築・製造の両分野において使用されている技術であるが，加工現場を目にする機会の少ない技術である。そういった技術に触れることで，地域の子どもに対し，昨年と異なる角度からものづくりへの好奇心にアプローチできるのではという思いからこの体験教室を開催した（写真5）。

(2) 実績報告

7月に，3.2.2 (2) と同様の依頼，そのほか，11月に JCM 埼玉からの依頼により，「グラスブラストでコップに絵を描こう」を開催し，それぞれ8組と24組の応募があった。

3.2.4 オリジナルペンたて

(1) 概要

このペンたては，1枚の底板と同一の形状をした部材のみで作られるもので，組み立て方法は対象者である幼児・児童のことを考慮し，凹みを入れた部材同士を嵌め込むだけの仕様とした。部材が単純であり自由度が高く，参加者の好奇心や自由な発想を十分に発揮出来るのではないかとこの思いから，この体験教室を開催した（写真6）。

(2) 実績報告

11月に行田商工会議所からの依頼により，忍城時代祭にて「オリジナルペンたてを作ろう」を開催し，45組の参加があった。



写真3 火祭り



写真4 道具型筆箱



写真5 グラスブラスト



写真6 オリジナルペン立て

4. まとめ

本年度は、昨年度に引き続きボランティア活動を精力的に行ったが、被災地の状況がこれまでとは大きく変わっていた。2013年1月より発足し災害ボランティアセンターと同様の役割を果たすNPO法人P@ct（パクト）からの依頼のほか、地元住民等からの依頼が多く、徐々にではあるが、確実に復興へと進んでいる実感があった。今後も様々な変化が起こることは予想されるが、ものづくり大学の卒業生として、復興へ向かう被災地のために尽力していく所存である。

また、体験教室についても、継続的に開催し、製作キットの開発・販売に向けた活動を行っていく予定である（表2）。

表2 参加者一覧

体験教室項目	参加者数	実施時期
モルタルを使った 研ぎ出しキーホルダー	70組	5月（さきたま火祭り）
道具箱型筆箱	9組	7月（おもしろものづくり教室）
グラスブラスト	8組 24組	7月（おもしろものづくり教室） 11月（親子ものづくり教室）
ペン立て	45組	11月（商工祭・時代祭り）

謝 辞

ものづくり大学同窓会の活動に際し、学校法人ものづくり大学ならびにご支援頂いた教職員の皆様、実習用機器および廃材提供では製造学科・建設学科より多大なるご支援を頂いています。また、本活動には同窓会役員をはじめ、多くの卒業生・在校生有志のご助力を得ています。ここに、紙面を借りて関係各位に深謝いたします。

文 献

- 1) 加藤大樹・上原苑子・大塚秀三・宮本伸子：ものづくり大学同窓会 平成 22 年度 地域貢献活動報告, ものづくり大学紀要, pp.104-107,2011.6
- 2) 加藤大樹・上原苑子・大塚秀三・宮本伸子：ものづくり大学同窓会 平成 23 年度 地域貢献活動報告, ものづくり大学紀要, pp.119-122,2012.6
- 3) 加藤大樹・上原苑子・大塚秀三・川辺憲一：ものづくり大学同窓会 平成 24 年度 地域貢献活動報告, ものづくり大学紀要, pp.113-116,2013.6

報告 Report

カンパニープロジェクト活動報告（第1報）

—21世紀の産業革命を探る—

原稿受付 2014年6月30日

ものづくり大学紀要 第5号 (2014) 73~84

飯嶋瑞生

ものづくり大学 大学院 ものづくり学研究科 修士課程

1. はじめに

カンパニープロジェクト（以下当プロジェクト）は2013年度に学内起業を目指して開始した企画で、同年10月に学長プロジェクトに採択され、2014年度は製造学科学生プロジェクトとして認定された学生主体の組織である。

当プロジェクトでは学内の製造、生産物を市場販売することを目標に製品の開発、市場調査、知的財産権の取得、共同開発先および販売先の模索、そして学生の教育などを行っている。

ものづくり大学は、家、車、家具、ロボットなど、学生があらゆるものを作るのが特徴の教育機関である。さまざまなものが課題や研究、学生活動で生産されているが、しかしその生産物の顧客への販売実績は多くない。学生が起業するケースは少なく、学生の進路の多くは企業への就職である。

なんでも作ることができるのならば、作った製品で事業を起こすことも検討されてもよいと考える。製造学科では製造業について学ぶが、それを実際に活かせていなく、残念さを感じている。製造業の「作る工程」以外の次のフェーズとしてのものづくりを目指す必要性があると考えている。

この報告では、カンパニープロジェクトのこれまでの活動と、現在の製造業や起業というキーワードを絡めて、これからのものづくり、21世紀の産業革命について考察していく。

2. 活動概要

当プロジェクトの活動は以下の10点に集約される。

2.1 製品開発

製品開発では新規性のある製品を開発する。後述する21世紀の産業革命¹⁾に絡め、必ずしも市場性を最初から重視することはしない。開発者自身の欲求に忠実に、どうしても作りたいといった情熱の認められる製品を中心に自由な発想で開発していく。

2.2 知的財産権

知的財産権の出願を通して、知的財産権に対する知識やルールを知る。開発物の権利を守るために必要な技能との認識で開発者それぞれが自身の開発物について検討していく。

2.3 共同開発先、製造先、販売先探索

学内設備では開発できない分野や量産における製造先、量産物を販売するための販売先

などを調査、探索し、学内開発物を市場流通させる場合に備える。

製品を学内で製造し、学生が販売することは製造物責任法等諸規則、規制によって非現実的であるとの認識である。したがって、製造販売をそれぞれ専用事業者を担当してもらうことを想定して活動を行う。

2.4 開発物 PR 活動

開発したものを世に問いかけ反響を得ることは、市場調査に直結している。主にソーシャルメディア（twitter や YouTube）を利用した手段と、イベントへの出展を利用する。併せて、映像制作や WEB サイト構築、運営を行う。

2.5 学内シーズチェック及び製品改良

学内の研究、課題、創造プロジェクト、学生活動で開発されたものを調査し、製品化の見込みのある開発物の改良を促す。前述の PR 活動などを通じ、世に発表していく。

2.6 起業家、ベンチャー企業向けイベントへの出席

製造業で起業するにあたり、現状の製造業やその他業種が現在どのように経営を行っているのか情報を収集する。社長や投資家、銀行などと知り合える可能性があり、今後の活動に有益なコミュニティを形成できる期待がある。

2.7 ものづくり系イベントへの参加

「メイカームーブメント」により、全国的にもものづくりのイベントが開催されるようになった。これらのイベントに参加し、アイデア発想、チーム作業、プレゼン力、実装力などを磨く。ものづくり大学の苦手分野を補填する人材との巡り合いや最新技術へ直接に触れ合えるきっかけとなる。

2.8 報告書作成

各種イベントへの参加者に任意形式の報告書の作成を義務付け、記録を残していく。当プロジェクトの活動を記録していき、この資料群から時代の変化、技術の変遷を読み取れるようにする。

2.9 プレゼンテーション力増強計画

当プロジェクト関係者のプレゼンテーションを録画し、後日批評会を実施する。プレゼンテーションの力を向上させることを目的とする。

2.10 もの大クリエイソン

ものづくり系イベントの一つ、「クリエイソン」を運営する。「クリエイソン」とは、「クリエイト」と「マラソン」を掛け合わせた造語で、アメリカを中心にブームになっているものづくり系の競技である。特徴は短い時間で参加者がチームもしくは個人でテーマに沿ったものづくりを実施し、その完成度やコンセプトで競い合うというもの。もの大クリエイソンの特徴は大学設備を使った高度な試作が実施できることにある。

類義の用語として「ハッカソン」、「メイカソン」、「アイデアソン」が挙げられる。

3. 活動報告

3.1 光るギターピックの開発

3.1.1 開発物の特徴

従来のギターピックと同様の厚み，材質を維持したまま発光できる世界で唯一のギターピックを開発した．これまで，発光する機能を持つギターピックの提案や製品は存在していたが，そのいずれもが電池やセンサを内蔵するために演奏に支障が出る規模の厚みを有していた．ギター演奏者にとって，ギターピックは完成された形状として受け入れられており，現存する厚さ 1mm 前後のギターピック以外は受け入れがたいのが現状である．

しかし，発光する機能はギター奏者の一部には非常に魅力的な機能であり，従来形状及び材質を維持しつつ発光するギターピックのニーズは高いと言える．

3.1.2 開発物構造



図1 光るギターピック試作

光るギターピックは，株式会社スライブが開発した高感度の圧電素子をピック内部に持つ．この圧電素子はおよそ 0.1mm の厚さを有し，素子自体が変形するとピックでおよそ 8[V]の電圧を生じる．これにチップ LED を実装してプラスチック（ポリカーボネート）に封入している．これにより，演奏時にピックが弦に触れて変形したときに発光し，演奏と同期したパフォーマンスを実現する．

3.1.3 知的財産権

公益財団法人埼玉県産業振興公社の知的財産総合支援センター埼玉にご指導をいただき，開発物の特許出願資料を書き，特許庁へ出願を行った．2013年10月末に実施している．

3.1.4 PR 活動

次のイベントで展示，サンプル配布，アンケートを実施している．

- 東京デザイナーズウィーク 2013

- Maker Faire Tokyo 2013
- 碧蓮祭
- 2013 国際ロボット展
- コラボ埼玉 2013

また、次のコンペティションに出場している。

- Gugen2013

その他、専用のWEBサイトを開設し、PR動画を公開し、Twitterを利用してギタリストにアピールを行っている。

また、メジャーバンド「My first story」やライブハウスにサンプルを配布している。

3.1.5 製品化に向けて

現在、株式会社ビット・トレード・ワンが提供するBTO マイ・プロダクト サービスを利用し、製品化に向けた開発を行っている(2014年4月開始)。

このサービスは個人の製作物をビット・トレード・ワンと共同開発してブラッシュアップし、ビット・トレード・ワンが製造・流通・販売・サポートを行い、売り上げに応じて個人にペイバックするものである。

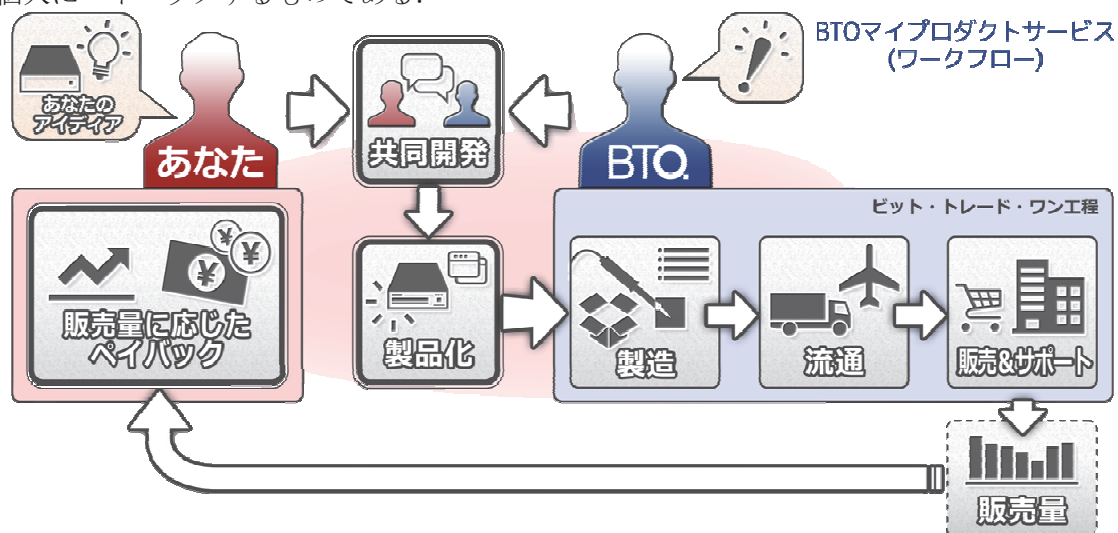


図2 BTO マイ・プロダクトサービス

(<http://bit-trade-one.co.jp/personalcustomer/mypro/?preview=true> より引用)

図2に示すワークフローで製品化を目指し、現在も開発を継続している。

ビット・トレード・ワンが得意な分野は電子機器であり、どのような製品でもBTO マイ・プロダクトサービスが利用できるわけではない。

3.1.6 その他

当開発物をPRしているWEBサイトが運営されている状況である。以下にURLを示す。

<https://sites.google.com/site/cotproduct01/>

3.2 宙に浮くミラーボール照明器具の改良

3.2.1 開発物概要

製造学科の創造プロジェクトにて2012年に開発された製品を改良したものである。

卓上に設置するタワーとミラーボールで構成される。タワーは下部から吸気し、上部に

排気する風洞となっており、その風圧でミラーボールを浮上させる。タワー頂点に搭載されたLEDで浮上させたミラーボールを照らし、一般家庭の居住空間に演出表現を付加する装置となる。

3.2.2 改良内容

- 筐体の再設計, 製作(デザイン)
- 風洞の再設計, 製作(流体設計)
- ファンの再選定(流体設計)
- LED再選定(電気設計)
- 風量調節機能の搭載(ソフトウェア設計)
- スロースタート, スローエンド機能の搭載(ソフトウェア設計)
- ミラーボールの軽量化(工作)
- ミラーボールの低速横回転化機構(工作)

3.2.3 PR活動

「アトレ川越」で開催された「川越ファッションウィーク(2013年4月)」や学園祭(2013年10月)で展示, アンケートを実施し, 利用者側の視点からの意見を収集した。

3.2.4 実績

2013年11月に開催された第8回懸賞付学生論文発表会(主催 NPO さいたま起業家協議会)において「さいたま市長賞」を受賞した。

3.2.5 製品化に向けて

当開発物に関連した学生が卒業したため, 製品化への歩みは現在停止した状態である。開発, 製品化への運動を持続することは当プロジェクトの今後の課題である。



図3 宙に浮くミラーボール筐体

3.3 その他の開発物

3.3.1 オトクツ

製造学科菅谷研究室で開発された靴型電子楽器である「オトクツ」は、全国手づくり楽器アイデアコンテストで入賞しNHK、テレビ東京で特集を組まれる注目の製品である。

今後、当プロジェクトも関わって製品化を検討していく計画である。

3.3.2 無弦チェロ

開発者自身が感じたチェロの持つ課題を解決する為に弦を張らないという設計を行ったこの無弦チェロ（製造学科三井研究室で開発）は、「全国手づくり楽器アイデアコンテスト」で会長賞を受賞し、各種メディアに取り上げられている。開発の補助を当プロジェクトで行っていく計画である。

4. 起業家、ベンチャー企業向けイベント参加履歴

4.1 第8回懸賞付学生論文発表会(2013年)

宙に浮くミラーボールで参加。さいたま市長賞受賞。

このコンテストに向けて、創造プロジェクト開発物の宙に浮くミラーボールを大幅にブラッシュアップし、市場性や特許を再調査していった。論文コンテストで評価いただけたことは、我々が開発したものに製品価値を認められたものと考えられる。

4.2 University Venture Grand Prix 2013 応募(2013年)

経済産業省と有限監査法人トーマツが運営する起業家教育を受講している学生を対象にしたビジネスプランコンテスト。埼玉県からは初参加。前述の論文コンテスト参加時に知り合った有限監査法人トーマツの鍋島氏に勧められて参加。締切日前日に勧められたため製作した資料に不備が多く残念ながら本選出場は果たせなかったが、起業するために必要な情報を得ることができた。

4.3 第一回埼玉ベンチャーピッチ(2014年)

ベンチャー企業と大手企業や銀行などを結び付ける発表会。有限監査法人トーマツ及びトーマツベンチャーサポート株式会社主催。国内のクラウドファンディングでものづくり分野における数少ない成功例「Trick Cover」開発のNITTO 藤沢社長とお話する機会を得、今の製造業の変化の様子や知的財産権への新しい考え方などを得ることができた。

4.4 第一回さいたまアイデアソン(ロボットアイデアソン)(2014年)

埼玉県やトーマツベンチャーサポート株式会社が主催するアイデア創出会である。第一回は埼玉県をロボット産業の拠点とするためにロボットのアイデアを出し合った。

カンパニープロジェクトから数名参加し、レゴシリヤスプレイ賞、テレ玉賞を受賞。



図4 さいたまアイデアソン参加者集合写真

(さいたまアイデアソン facebook グループより引用)

4.5 第二回埼玉ベンチャーピッチ(2014年)

県内ベンチャー企業と大手企業や銀行などを結び付ける発表会である。有限監査法人トーマツ及びトーマツベンチャーサポート株式会社主催。第二回はITがテーマであった。

4.6 トーマツベンチャーサミット2014(2014年)

1000人規模のベンチャー企業経営者向けイベント。ベンチャー精神を持った大企業とベンチャー企業が集まり、ビジネスマッチングなどを図る。元日銀副総裁山口廣秀氏やダイワハウス代表取締役会長兼CEO樋口武男氏の講演を聴講することができた。

5. ものづくり系イベント参加履歴

5.1 Maker Faire Tokyo 2013

日本全国のメイカーがあつまり、お互いの作った製作物を展示するイベントで、ギターピック、無弦チェロの展示を行った。「ものづくり大学電楽組」という名義で参加し、主に電子楽器に興味のある方や電子楽器製造業者に注目された。無弦チェロは筐体の完成度の高さが評価され、明和電機代表取締役社長の土佐氏に絶賛された。

5.2 Gugen2013 出展(2013年)

2012年まで電子工作コンテストとして企画されていた本イベントは、メイカームーブメントや『MAKERS』¹⁾の影響で、起業や製品化を視野に入れたコンテストに変化した。主催運営は株式会社P板ドットコムである。

本コンテストは、光るギターピックと三井研究室から無弦チェロを出展し、残念ながらどちらも賞を得られなかった。無弦チェロに関しては、当プロジェクトがプロモーションムービー制作の手伝いを行っている。

5.3 第一回 Gugen ハッカソン「未来の会議」参加(2014年)

前述のGugenに絡んだハッカソンである。「ハック」と「マラソン」を掛け合わせた造語で、イベント中に製品の試作を完成させて発表しなくてはならない。この回のスポンサーは株式会社コクヨと株式会社ワコムであった。

当プロジェクトから参加した学生が所属したチームがワコム賞を受賞した。

図5の試作物「えんぴつころころ」は、会議で話し合いが煮詰まった時に振ると会議中に出たキーワードのいくつかを音声で伝える。たとえば「AとBを混ぜた新しい意見を出せ」など、会議を強制的に進めるためのヒントを提示する。ハッカソンは朝9時から夕方6時まで実施され、その間に電気電子班と機械班が密にコミュニケーションをとることによって動作できるモックアップを完成させた。鉛筆サイズに縮小する一步前の機能モデルとして提示し、ワコム賞を受賞したのである。

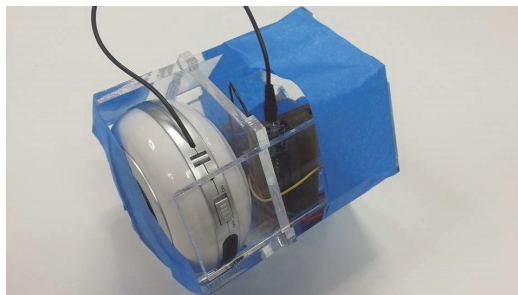


図5 ワコム賞を受賞した試作物

5.4 シェアラボ体験会(2014年)

Rignis 主催のシェアラボ体験会に参加した。メイカームーブメントで FAB 施設やデジタルファブ機器を共有する組織などが現在増加中であり、Rignis も今後工作機械を設置したシェアハウスを運営する予定である。本運営開始前のテスト運営に参加している。

6. 活動を振り返って

6.1 21世紀の産業革命の息吹を感じる

現在 FABLAB をはじめとした様々な FAB スペースが全国で展開されており、ハッカソンなどのイベントはそれらの施設を利用して行われている。FAB スペースの登場とハッカソンなどのものづくり系イベントの登場は、国内ではほぼ同時期に出現したが、それらが認知され顧客を集められるのはやはりクリス・アンダーソン著『MAKERS 21世紀の産業革命が始まる』¹⁾の影響が大きいだろう。

この書籍では、著者やアメリカで起きているものづくりイノベーションの成功事例を紹介し、「誰もが製造業になれる時代が来た」と説く。インターネットであらゆる情報や価値が共有できるようになり、さらに工作機械に詳しくなくてもデジタルファブリケーションツール(3D プリンタや卓上レーザカッタ)を用いて世界中で同時に同じものが安価に高速に生産できるようになったために、製造業のハードルが下がったということである。これらの工作機械を備えた施設が全国に点在し、ものづくりがどこでも誰でもできるようになったのは、これまでの活動を通して実感できることである。

6.2 先行きは依然不透明

ただし、実際に製造業で起業となると、これはまだまだイメージがつかみきれていない。『MAKERS』では製造業として起業することのハードルが下がり、誰でもできる、やれるとあるがアメリカ(世界)と日本の条件は大きく異なっている。

とくに、資金調達面では日本は未だ非常に不利な立場であるように思う。

『MAKERS』、『デジタルで起業する』²⁾など、マイクロものづくりや製造業起業をテーマにしている書籍に必ず登場する「クラウドファンディング」^{1,2)}は、非常に画期的で確かに個人でも資金を集められる気がしてくる。

しかし、国内のクラウドファンディングはこれまで最大でも 1000 万円程度しか集められていない。それに対し、海外最大手の Kickstarter では、2012 年に 10 億円もの出資を募ることに成功している。実に 100 倍もの差になる。その理由は出資を募れるユーザ数の圧倒的な差にある。日本のクラウドファンディングシステムでは日本の人口 1 億 2000 万に対してのみ出資を募れるのに対し、Kickstarter では世界の人口、70 億超を相手に出資を募れるためである。Desirepath 代表取締役 CEO の野村氏も同様の見解であり、この事実は揺るがず、国内の優秀な個人製作者は、その製作物の量産資金を集めるために国外サービスを利用している状況である。RAPIRO 開発の石綿氏も国内での資金調達は絶望的であるため Kickstarter を利用したと言っている。資金を集める点では非常に有用な海外サービスだが、利用には出資を求める者にも出資をする者にも英語や海外通信販売などの能力が必要となり、若干ハードルが高い。

これらをまとめると、国内で製造業やものづくりの機運は若手の間で高まっているが、一歩踏み出せない状況が伺える。21世紀の産業革命は国内では未だよい結果や成果を聞くことが少ないのが実情であり、まだまだこれからであるといえる。

実際、国内でマイクロものづくり、一人製造業として紹介されるのは「RAPIRO」「ストローク」「WHILL」など数えるケースしかないようである。

6.3 成功体験の裏に

『MAKERS』で紹介される、twitter創始者ジャック・ドーシーによって開発された、スマートフォンでクレジットカード情報を読み取るSQUAREというデバイスは、『MAKERS』で成功体験として語られ、その他『週刊東洋経済』等国内メディアでも紹介された^{1,3)}。非常に多くのメディアで紹介され、既存のカード決済会社に壊滅的な打撃を与えるとも言われた装置である。しかし、『「モバイル・ウォレット」は消えてしまうのか?』⁴⁾というインターネット記事により事業に躓いていることが報告された。

—以下記事本文引用

—前略

“Squareには、MasterCardやVisa、American Expressのような巨大なユーザ・ベースはなく、色々と試行錯誤できる資本力があるわけでもない。またSquareはPayPalとも違う。PayPalも実世界の商品決済に手を出してはいるが、数十年間に渡ってオンライン決済のデファクト・スタンダードとして君臨している。”

“Squareは利益率の低い大規模なベンチャー企業で、ビジネスモデルも複雑だ。同社の債務は増える一方であり、特定のマーケットを支配できるほどのコア・サービスすら持っていない。”

—中略

“人々はこれまで通り皮の財布を持ち歩き、スマートフォン決済と同じくらい簡単に使えるデビットカードやクレジットカードで買い物を続けている。そのためモバイル・ウォレットは大したマインドシェアを獲得できていない。”

引用終わり—

このように、2012年に話題となったSQUAREは2014年現在顧客の獲得に苦戦し、経営難に直面している。21世紀の産業革命としてあらゆるものづくりが好きな人間、すなわち「メイカー」は心躍らせたが、趣味のものづくりを一步踏み出したものづくりによる起業という世界の実態は依然厳しいものである。

ほとんどのメディアは、成功体験しか語らず、そして語る人物自身が物を作らず起業しているわけでもないのが実態で、21世紀の産業革命は雲をつかむような、実体を持たない絵空事のように感じてしまう。

6.4 希望

これまでの活動で知り合ったすべてのメイカーがみな、ものづくりを楽しんで、ものづくりを続ける意思を持っているため、製造業の変革に希望が持てる。東京を中心にその熱は高く、我先にと起業しようという意思を感じる事ができた。各種イベントを通して日本国内の若手エンジニアの熱意を感じた結果、これから本当に「21世紀の産業革命」が起きるような気がしてくるのである。

7. フィードバック

7.1 ベンチャー企業の強み

アイデアソンやハッカソン、そして起業家向けイベントへの参加によって得られた知見の一つに「スピードが大切」ということがある。トーマツベンチャーピッチ 2014 のダイワハウス CEO の樋口氏の講演で、ダイワハウスはグローバル戦略上で見れば大企業の規模ではないと認識し、グローバルで大企業になるために、今は中小企業のようにスピードを重視していかねばならないということを示した。また常にベンチャー精神を持って取り組むことによって短期間で会社を成長させることに成功したとも語った。

ベンチャー企業には情熱とやる気を持ったメンバーが集まるためあらゆることにスピーディに対応できる特徴がある。

また、ハッカソンはイベント規模によるが、最低で1日で製品の動作モックアップを製作し、提案していかなくてはならない。この「スピード感」こそが、これからの製造業に求められることだと感じている。

7.2 ものづくり大学の強み

ものづくり大学は、他の教育機関やどの FAB 施設より充実した工作設備を有している。今までの授業、プロジェクトでそれらの設備を大いに活用してきた。また、1年を4つの学期に区分した「クォータ制度」を早くから導入しており、非常にスピーディな講義、課題が展開されている。これは、前述のベンチャー企業の強みと近いところがあり、学生は自然と「スピード感のあるものづくり」を身に付けることができる。ものづくり大学の学生が製造業へ就職活動をする際に、企業からものづくり大学の人材を継続的に求められる所以はここにあるだろう。

7.3 次のステップへ

ハッカソン系のイベントへの参加を通じて、本学学生の課題が見えてきた。本学の学生はものを作ることに限っては圧倒的な能力を発揮することはできるが、チームで製作する、アイデアなどを提案する、プレゼンテーションを行うなどといった能力が、ものを作る能力と比較するとまだまだ不足しているように感じる。

そこで、当プロジェクトでは、スピード感あるものづくりの能力開発と同時に提案、プレゼンテーション技能の向上を目指した、独自のハッカソンを開催することにした。これを「もの大クリエイソン」と呼称している。

早朝から夕方までの間に、テーマに沿った製品の動作モックアップを製作し、機能、コンセプトを発表するものである。

この企画が成功すると次のような効果が得られると考えている。

- 大学学内に起業マインドが広がる
- 大学学内から製品が生まれる
- 学習内容と企業で働くこととの関連付けができ、勉学に身が入る
- ラピッドプロトタイプング技能を身に付けた優秀な技術者が育成される
- 学内の交流が盛んになり、伴ってものづくり活動が活性化する
- 学外の人間との交流によって自分の力量を知ることができ成長につながる

- 学外の人間にもものづくり大学の良さを伝えられる
- 製造業ひいては日本の活力につながる

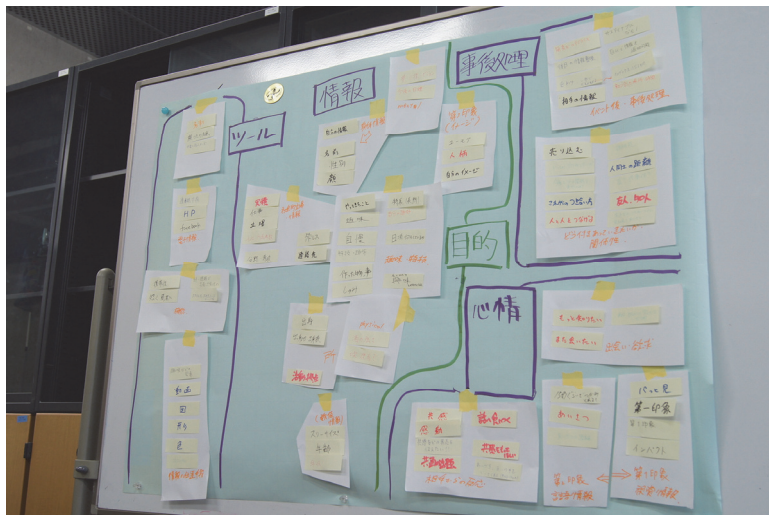


図4 もの大クリエイション（内部実施）の様子

現在は当プロジェクト関係者のみのクローズな環境でしか実施していないが、ゆくゆくは製造学科の下級生から上級生，建築学科，OB，OG，一般の方々を巻き込んだ大規模なイベントにしていきたいと考えている。

8. おわりに

8.1 まとめ

当プロジェクトは、プロジェクト化以前の活動も含めておよそ1年間活動を行ってきた。

1年間の間に様々な経験を積むことができ、プロジェクト関係者は大きく成長したと実感する。

しかし、製造業で起業するにはまだまだ乗り越えなくてはならない壁や、我々に不足している知識、情報、そして不安が多くあるのも事実であり、今後も継続的に活動し、情報、技術、技能を高めていく必要を感じている。

製造業で起業することにおいて、現在一番ハードルを感じている部分は「資金調達面」である。各種ベンチャー起業向けのイベントに参加すると、先輩ベンチャー企業は容易に起業できる環境が整いつつある、というが、そのほとんどがIT事業の経営者である。残念ながら製造業で起業した経営者は少ないように感じる。

カンパニープロジェクトの当初の目的の一つである「学内起業」のハードルは高く、まだしばらくの時間を必要とする。これからは資金調達、経営、マネジメントにもフォーカスを当てて活動していきたいと考える。

8.2 21世紀の産業革命

革命とまでは言わないにしろ、製造業に変化が起き始めているのは確実だろう。特にソフトウェア事業分野がハードウェア産業に目を向け始めたのは大きな変化である。彼らの思考は「フリー」、「共有」に向いており、これまでの製造業の常識とは全く異質な存在

である。

IT 事業従事者は 90 年代からスピード感を持った「もの(ソフトウェア)づくり」を実施してきていた。失礼な言い方になってしまうが、コンピュータさえあれば彼らはどこでも生産活動ができた。彼らのものを作り出す底力は現在の製造業を凌駕するほどだと感じている。

21 世紀の産業革命、メイカームーブメントも実は IT 分野からのアプローチであることが、いくつかの文献を読めば理解できる。IT 技術の発達によって誰もが設計できるようになり、誰もが製造できるようになったのである。IT 事業で地盤が固まった彼らが次に手を出すのは、コンピュータ以外のハードウェアになるのは当然のことである。

物質を作るということは容易ではなく、ソフトウェアを作っていた人間が突然ハードウェアを設計できるようになることはない。しかし、逆もまた然りで、ハードウェアを作る側の人間が突然ソフトウェアを設計できるようになることもない。

これから数年のものづくりは、ソフトウェア側とハードウェア側が協力して様々な新しいものを生産していく時代だろう。その時代を乗りこなすためには、お互いの分野を理解し合い、密にコミュニケーションをとっていくしかない。

そして、その次の時代のものづくりは、ソフトウェアとハードウェア、すべてにわたって実施できる技術者が台頭する、そのように私は感じている。

ものづくりの質が、これから大きく変化するだろう。

謝辞

本活動を行うにあたり稲永学長、平岡製造学科長、製造学科松本准教授、製造学科三井准教授、並びに製造学科の皆様に多大なご協力、ご支援をいただきました。ここに記して深謝いたします。

文 献

- 1) クリス・アンダーソン, MAKERS 21 世紀の産業革命が始まる, NHK 出版(2012),79,212,252
 - 2) 水野操, デジタルで起業する!, かんき出版, (2012), 116
 - 3) 週刊東洋経済特集メイカーズ革命, 週刊東洋経済, 東洋経済新報社, 台 6438 号(2013), 40
 - 4) Dan Rowinski, 「モバイル・ウォレット」は消えてしまうのか?, ReadWrite Japan, (2014), <http://readwrite.jp/archives/7764>
-

報告 Report


ものづくり大学平成 25 年度青少年教育活動報告


原稿受付 2014 年 3 月 31 日


ものづくり大学紀要 第 5 号 (2014) 85~96


土井香乙里 (ものづくり大学 紀要編集委員会)

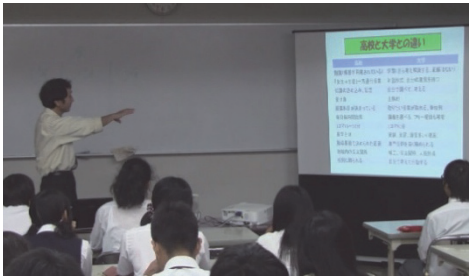
本報告は、平成 25 年度にもものづくり大学が行った主な青少年対外教育活動をまとめたものである。

名称	コンクリートによるものづくり講座	
対象	小学生	
参加人数	のべ約 650 名, 学生 TA:10 名	
開催日時	2013/6/23, 8/8, 11/2~3, 11/9~10	
会場	ものづくり大学, 入間市児童センター, 武州ガス所沢営業所	
責任者	建設学科 准教授, 澤本武博	
備考	行田市, 埼玉県, 武州ガス, 学際	
内容	まず、ビニール袋の中にセメント、水、砂、砂利を入れ、袋を揉むようにしてコンクリートを練り混ぜる。そして、動物や乗り物の形をした枠の中にコンクリートを流し込む。特殊なセメントを使用するため、約 15 分で枠からコンクリートを取り外することができる。最後に、絵の具などで着色し、コンクリート製の置物の出来上がり。	
意義, 成果	身近な建設材料であるコンクリートについて、色々な形に出来ること、また固まる時に発熱するので乾いて固まるのではなく化学反応で固まることを理解してもらう。	
トピックス	埼玉県夢の配達便事業で依頼あり。 大学 HP 掲載。	


名称	行田市立泉小学校木工教室	
対象	小学校 4 年生	
参加人数	83 名	
開催日時	2013/11/1	
会場	行田市立泉小学校	
責任者	建設学科 講師, 林英昭	
備考	その他担当教職員に 建設学科 准教授, 佐々木昌孝, 教務職員, 町田清之	
内容	泉小学校では 4 年生の図工のカリキュラムに木工を取り入れています。本教室は、ものづくり大学が地域貢献の一環として行っているもので、児童のみなさんにカナヅチ、ノコギリ、カンナの安全な使い方を学んでもらうのが目的です。	
意義, 成果	開学以来継続して行っている地域貢献活動の一環です。毎年の恒例イベントとなっており、泉小学校の児童も楽しみにしてくれています。	
トピックス	大学 HP に掲載。	

名称	行田市佐間地区青少年育成会木工教室	
対象	小学校 5-6 年生	
参加人数	約 30 名	
開催日時	2013/6/2	
会場	行田市立南小学校	
責任者	建設学科 講師, 林英昭	
備考	その他担当教職員に 建設学科 准教授 佐々木昌孝, 教務職員 町田清之	
内容	5 枚の板を組み合わせた簡単な木製本立ての制作を小学生に体験してもらう企画。パーツの組み合わせには釘を使い, 側板の加工に鋸を使う。板材の角を落とす面取り仕上げにはサンドペーパーを使用する。工作時間は約 20~30 分。	
意義, 成果	ものづくりに対する興味と好奇心の向上に貢献し, 本学への理解を深めさせるとともに, 本学の持つ知的財産の活用に寄与する。	
トピックス		


名称	マンガカーレース	
対象	小学生	
参加人数	のべ約 150 名, 学生 TA;15 名	
開催日時	2013/10/26,27, 11/2,3	
会場	ものづくり大学	
責任者	製造学科 教授, 菅谷諭	
備考	行田市後援, 日本機械学会関東支部協力	
内容	小学生にマンガン電池で動く車を作らせる。その車でレースをさせ, 上位入賞者を表彰することによって達成感を味あわせ, ものづくりへの興味を持たせる。学生たちには, レースのコースを作成することにより, 創造力, 技術力を向上させる。さらに, 小学生にマンガカーを作る指導をさせることにより, コミュニケーション能力や指導力の向上を図る。	
意義, 成果	行事が地域に浸透してきて, 毎年楽しみにしてもらっている。アンケート結果から保護者の評判も非常に良い。いずれ参加者の中から本学入学生が出てくることを期待したい。	
トピックス	大学 HP 掲載。	


名称	東京都立新島高等学校出張講義	
対象	高校生	
参加人数	高校生 47 名 + 教職員数名	
開催日時	2013/9/13	
会場	東京都立新島高等学校	
責任者	製造学科 教授, 菅谷諭	
備考	新島高校で毎年行われている進路講演会	
内容	高校の進路指導部が開催している「進路講演会」の中で、なぜ大学へ進学するのかという意識を持つことを目的とした講演を行った。大学での学問や、高校までとの違いなどを説明して、生徒が進路を決定するための参考となる話をした。	
意義, 成果	高校生に大学進学への意味を考えさせ、またものづくりへの関心を高めた。	
トピックス	大学 HP 掲載.	

名称	新島村立新島中学校出張講義
対象	中学生
参加人数	中学生 12 名 + 教員
開催日時	2013/9/11
会場	新島村立新島中学校
責任者	製造学科 教授, 菅谷諭
備考	中学校の理科の授業
内容	中学理科で習う、光と音の単元に沿って基礎から解説し、光の反射や屈折の現象から、光ファイバになぜ光が閉じ込められて伝送するのかを理解してもらった。
意義, 成果	中学生の知的好奇心を満足させ、ものづくりへの関心を高めた。
トピックス	大学 HP 掲載.

名称	新島村立式根島中学校出張講義	
対象	中学生	
参加人数	8 名	
開催日時	2013/9/12, 13	
会場	新島村立式根島中学校	
責任者	製造学科 教授, 菅谷諭	
備考	中学校の理科と技術の授業の 2 コマ分	

内容	中学理科で習う、光と音の単元に沿って基礎から解説し、光の反射や屈折の現象から、光ファイバになぜ光が閉じ込められて伝送するのかを理解してもらった。さらに、技術の授業の中で、エネルギー変換に関する基礎を解説し、電気が光に変わる技術などを理解してもらった。
意義, 成果	中学生の知的好奇心を満足させ、ものづくりへの関心を高めた。
トピックス	大学 HP 掲載.


名称	高校生インターンシップ	
対象	埼玉県立大宮工業高校電子機械科 2 年生	
参加人数	4 名	
開催日時	2013/12/10-13	
会場	ものづくり大学	
責任者	製造学科 教授, 菅谷諭	
備考	高校からの要望	
内容	光ディスク装置を分解しながら、構成要素や仕組みをわかりやすく解説した。また、流体水槽で水車を使ったマイクロ水力発電の実験を行った。さらに、オトクツの詳細説明を行い、応用に関するアイデアの討論を行った。	
意義, 成果	大学の授業がどのようなものかを実際に体験参加してもらい、今後の進路を考えるきっかけにもらった。	
トピックス	大学 HP 掲載.	

名称	おもちゃの病院	
対象	碧蓮祭来場者	
参加人数	約 50 名	
開催日時	2013/11/2,3	
会場	ものづくり大学	
責任者	製造学科 教授, 菅谷諭	
備考	碧蓮祭にて開院	
内容	本学学生が鴻巣市社会福祉協議会主催の「鴻巣おもちゃの病院」に参加して、ボランティアでおもちゃの修理を担当している。その縁で、碧蓮祭において「おもちゃの病院」を開院した。開催中は、近隣の子供たちが持ち込むおもちゃの修理を行った。おもちゃも立派な工業製品であり、修理を通して「ものづくり方」やコストダウンの方法、再利用などについて学ぶことができ、子どもたちに喜ばれるだけでなく、学生もいろいろな生の情報が得られ大変勉強になった。	
意義, 成果	地域社会との連携を強化する。さらに学生のボランティアへの理解を深める。	
トピックス	大学 HP 掲載.	

名称	高校生インターンシップ
対象	大宮工業高等学校機械科および電子機械科 2 年生
参加人数	3 名
開催日時	2013/12/9～12/13(5 日間)
会場	ものづくり大学製造学科棟
責任者	製造学科 准教授, 原薫
備考	高校からの依頼
内容	1. 学生フォーミュラマシンの搬送時に使用する重量棚の製作 2. レベルゲージの製作 3. 卒業研究の補助
意義, 成果	作りながら考えさせる課題を設定し, 教員が直接指導した. 材料の調達から加工, 組み立て, 性能確認までを自ら実施したことで, 作ることの楽しさを体験できた.
トピックス	

名称	高校出張授業
対象	千葉県立京葉工業高等学校機械科 1 年生
参加人数	81 名
開催日時	2013/11/14
会場	千葉県立京葉工業高等学校
責任者	製造学科 准教授, 原薫
備考	高校からの依頼
内容	キャリア教育の一環とのことであつたので, 機械科での学習がどのように役立つのかについて, レーシングカーの自作を題材に説明した.
意義, 成果	現在学んでいる分野で, 将来どのような技術が身につくのか, どんな事が出来るようになるのかを解説し, 工高生のモチベーションの向上に貢献できた.
トピックス	


名称	模擬授業
対象	オープンキャンパス参加者
参加人数	およそ 30 名
開催日時	2013/8/11
会場	ものづくり大学 C1010 教室
責任者	製造学科 准教授, 原薫
備考	オープンキャンパス
内容	製造学科の学生プロジェクトを紹介し, その一つである「学生フォーミュラプロジェクト」の活動内容と教育的効果について説明した.
意義, 成果	「作りながら感じ, 感じながら考え, 考えながら創る」製造学科が目指す教育の具体例を示し, 参加者の進路選択の一助となった.


名称	出前授業	
対象	埼玉県立岩槻商業高校 生徒	
参加人数	10名(教員含む)	
開催日時	2013年6月14日	
会場	埼玉県立岩槻商業高校 視聴覚室	
責任者	製造学科 准教授, 松本宏行, 松本研究室卒研究生 佐山遼太, 常盤瑠里	
備考		
内容	「コンピュータを活用したものづくり」と題して, 3Dプリンタおよび3Dスキャナなどの解説を行った。 さらに, 実際に3Dスキャナを持参してデモ実演を行い, 最新の「3Dものづくり」を体験できる授業を実施した。	
意義, 成果	8月に開催された岩槻商業との人形製作プロジェクトとも連携して 「ものづくり」を知り, 体験できる意義あるものとなったといえる。	
トピックス		


名称	出前授業
対象	栃木県立佐野東高校 生徒(1年から3年)および保護者
参加人数	2部併せて合計59名
開催日時	2013年6月21日
会場	栃木県立佐野東高校
責任者	製造学科 准教授, 松本宏行
備考	
内容	「人工筋肉を用いた未来のロボット?!」と題して2部構成の出前授業を行った。 ロボットの歴史, 現在活躍しているロボットの紹介そして人工筋肉に関する 解説を行った。デモを交えて解説を行った。
意義, 成果	生徒さんは1年生から3年生までの希望者を集めての形式であった。 将来「ものづくり産業」を含めた進路を考える良い契機であったといえる。
トピックス	当日の様子(アンケート回答結果含む)が冊子として関係機関に配布された。


名称	出前授業
対象	群馬県立前橋工業高校電子機械科2年生
参加人数	およそ30名
開催日時	2013年12月19日
会場	群馬県立前橋工業高校 講堂
責任者	製造学科 准教授, 松本 宏行 製造学科4年 蓮見 拓也, 製造学科1年 狩野 竜多
備考	


内容	「人工筋肉を用いた未来のロボット」と題して、ロボットに関する解説を行った。また、デジタルファブ리케이션の一例として、3D スキャナを用いたデモを行った。そして、前橋工業高校 OB の2名による「ようこそ先輩」シリーズとして、先輩から後輩へ向けて大学生活、学科プロジェクトの紹介を行った。
意義, 成果	3コマに相当する授業時間をいただき、出前授業をじっくり行うことができた。また、先輩から後輩への向けてのメッセージは、将来、ものづくり産業に関わる生徒さんにとって参考になったと思われる。
トピックス	高校 WEB サイトにて紹介された。

名称	出前授業	
対象	埼玉県立川口工業高校 1 年生	
参加人数	およそ 10 名	
開催日時	2014 年 2 月 7 日	
会場	埼玉県立川口工業高校講義室	
責任者	製造学科 准教授, 松本宏行	
備考		
内容	「人工筋肉を用いた未来のロボット?!」と題して、ロボットに関する講義を行った。また、人工筋肉を用いた玩具を会場に持ち込みデモを行った。また、3D スキャナを用いて 3D ものづくりに関連する実演を行った。	
意義, 成果	対象が高校の 1 年生ということで、あまり専門に寄らないように配慮して、授業を行った。デモおよび実演を行ったのでだいぶ興味関心をもっていただいたようである。	
トピックス		
名称	岩槻商業&ものづくり大学人形製作プロジェクト	
対象	埼玉県立岩槻商業高校 生徒	
参加人数	岩槻商業生徒 8 名 (内訳: 5 日 4 名, 6 日 4 名)	
開催日時	2013 年 8 月 5 日, 6 日	
会場	ものづくり大学 製造棟講義室	
責任者	製造学科 准教授, 松本 宏行 松本研究室学生, 研究生	
備考		
内容	毎年の恒例である「人形製作プロジェクト」を今年も実施した。生徒さんの製作したアイデアスケッチをもとにして、研究室学生が 3D モデリングを行い、型製作をして人形の複製を行った。8 月に合同で着色仕上げを行った。	
意義, 成果	イラストから立体化を行う過程で学生たちのモデリング技能が著しく向上した。また、楽しみながらものづくりの大事なポイント (型, 仕上げ) を習得できたことも教育上効果が高い。生徒さんにとっても有意義なプロジェクトであった。	
トピックス	岩槻商業高校文化祭においても製作した人形の展示を行った。	


名称	高校インターンシップ	
対象	埼玉県立進修館高校 生徒	
参加人数	2 名	
開催日時	8月 20 日, 21 日, 22 日(3 日間)	
会場	ものづくり大学製造棟 CAD 室(M2070)	
責任者	製造学科 准教授, 松本 宏行, 大学院修士 2 年 佐山 遼太	
備考		
内容	<p>夏季期間を利用した「高校生インターンシップ」を実施した。</p> <p>「デジタルファブ리케이션実習」と題して, 2次元 CAD の基礎的操作を行った。そして, レーザ彫刻機を用いて実際にアクリル板などを素材として, 加工を行った。製作課題物については, 各自に持ち帰ってもらった。</p>	
意義, 成果	<p>インターンシップを通じて, ものづくりにコンピュータがどのように活用されているかを知る有意義な授業となった。3 日間という限られた期間ではあったが, 生徒さんの習得は目覚ましいものがあり, 予想以上の効果をあげることができた。</p>	
トピックス	<p>後日, 生徒さんから感謝のメッセージを添えた残暑見舞いハガキが届いた。</p>	


名称	体験教室	
対象	秩父農工科学高校 2 年生	
参加人数	およそ 30 名	
開催日時	2014 年 2 月 12 日	
会場	ものづくり大学 製造棟 CAD 室(M2070)	
責任者	製造学科 教授, 高橋正明, 製造学科 准教授, 松本宏行	
備考		
内容	<p>「体験教室」の一環として, コンピュータ実習を行った。</p> <p>主に, 高橋教授を中心として, 3DCAD ソフトの基本操作説明を行い, 自動車を模擬したモデル製作(モデリング, アセンブリ)を行った。</p> <p>後半では, 自動車メーカーのモデルデータなどを参考にして, 3D プリンタおよびデータ(STL)の取り扱いなどの説明を行った。</p>	
意義, 成果	<p>限られた時間ではあったが, 3DCAD の使用についてコツを習得できたことは生徒さんにとって役立つのではないかと推察される。</p> <p>また, 3D プリンタなどの応用的な解説も行うことができた。</p>	
トピックス		


名称	川越ファッションウィーク	
対象	一般来場者	
参加人数	不明	
開催日時	4月16日から4月21日	
会場	アトレ川越	
責任者	製造学科 准教授, 松本 宏行 デザインアート部有志, 松本研究学生有志	
備考		
内容	イベント「川越ファッションウィーク」において展示などの協力を行った。 デザインアート部有志が「春」をテーマとした絵画作品の展示を行った。 松本研究室の学生は、研究成果物の展示デモ、3D スキャナの体験教室などを実施した。	
意義, 成果	デザインアート部にとっては、学外での展示という貴重な経験を得ることができた。 また、研究成果物の中には、後日懸賞付学生論文への足掛かりともなる「浮上式ミラーボール照明器具」など完成度を高める契機にもなった。総じて相乗効果の高いイベント参加であった。	
トピックス	地元新聞広告での掲載およびアトレ川越公式 WEB サイトで紹介された。	


名称	夏休みワークショップ	
対象	一般来場者	
参加人数	およそ 15 名	
開催日時	2013 年 8 月 11 日	
会場	アトレ川越	
責任者	製造学科 准教授, 松本宏行, ハンドメイドサークル monomano メンバ有志	
備考		
内容	夏休みものづくり体験教室(ワークショップ)の一環として企画実施を行った。 UV レジンを用いたアクセサリの製作と紙をもちいた「ばね」を利用したおもちゃ工作教室を行った。	
意義, 成果	予定した時間の間, 途切れる間もないほど多くの参加者にワークショップを体験していただいた。自分で考えたイラストを参考にしてかわいいアクセサリが完成することができた。夏休みの良い思い出となったようである。	
トピックス	アトレ川越公式 WEB サイトにて紹介された。	


名称	TDW(TokyoDesignersWeek)ワークショップ
対象	一般来場者
参加人数	およそ10名
開催日時	2013年10月27日
会場	TDW 会場内テント
責任者	製造学科 准教授, 松本 宏行, TDW プロジェクトメンバ(リーダ:製造学科 2年 茨木 優輝 他)
備考	
内容	製造学科支援プロジェクト「TokyoDesignersWeek プロジェクト」の作品展示に加えて、「ワークショップ」を企画し実施した。 「形に残る思い出づくり」と題して、携帯端末のイヤホンジャックに差し込むアクセサリを参加者に製作してもらった。
意義, 成果	毎年, TDW イベントにおいてワークショップに積極的に参加している。 作品展示とも性格が異なり, 参加者との交流をしながら実際に「もの」を製作していく。学生たちにとっても学ぶ点が多い。教育的な成果をあげることができた。
トピックス	公式 WEB サイトをはじめ, 全記録集「TDW2013 ALLRECORDS」に掲載された。

名称	子ども大学ぎょうだ	
対象	小学校 4~6 年	
参加人数	36 名	
開催日時	2013/7/13,2013/9/28	
会場	ものづくり大学	
責任者	製造学科 教授, 龍前三郎 建設学科 教授, 長谷川正幸	
備考	県, 市町村, 企業, NPO, 大学の連携事業	
内容	子ども大学の学習プログラム「はてな学」の中で7月13日に「アニメーションを作ろう」製造学科 龍前教授, 9月28日に「ピサの斜塔はなぜ傾くの?」建設学科 長谷川教授がそれぞれ講義を実施した。どちらも実演・実習が含まれており, 子どもたちの関心を深め, 講義の内容もより理解してもらった。	
意義, 成果	小学生の知的好奇心を満足させ, ものづくりへの関心を高める。また, 産・官・学の連携を深める。	
トピックス	大学 HP に掲載	

名称	鋳物で銀のペンダントづくり(おもしろものづくり教室)	
対象	高校生以上	
参加人数	10名	
開催日時	2013/8/8,9,12	
会場	ものづくり大学	
責任者	製造学科 教授, 鈴木克美	
備考	共催:行田市	
内容	行田市共催で毎年行われている, おもしろものづくり教室のプログラムの一つとして実施. 内容はワックスを自分の好きな形に加工し, 加工してできたワックスで型を作り, その型に溶かした銀を流し込むとワックスが溶け, 型通りに銀製のアクセサリが完成する. 参加者は大人が多く, 普段は体験できないことができ楽しみながら参加していた.	
意義, 成果	行田市民の小学校から大人までを対象に, いろいろなものづくり教室を開催することにより, ものづくりの楽しさや面白さ, 醍醐味を実感して貰う. 子供達には, 理系離れの解消を図る.	
トピックス	学内 HP に教室の様子を記載	

名称	自分のリズムでタンタン鍛金(おもしろものづくり教室)	
対象	小学生以上	
参加人数	8名	
開催日時	2013/8/10, 11	
会場	ものづくり大学	
責任者	製造学科 教授, 市川茂樹	
備考	共催:行田市	
内容	行田市共催で毎年行われている, おもしろものづくり教室のプログラムの一つとして実施. 内容は銀の棒を熱し少しやわらかくなったところを叩き段々と形にしていき, 最終的にはスプーンやフォークを製作できる. 親子で参加した参加者は助け合いながら作業していた.	
意義, 成果	行田市民の小学校から大人までを対象に, いろいろなものづくり教室を開催することにより, ものづくりの楽しさや面白さ, 醍醐味を実感して貰う. 子供達には, 理系離れの解消を図る.	
トピックス	大学 HP に教室の様子を記載	

名称	子ども大学こうのす	
対象	小学校4～6年生	
参加人数	40名	
開催日時	2013/12/25	
会場	鴻巣市市民活動センター	
責任者	建設学科 教授, 長谷川正幸	
備考	埼玉県, 鴻巣市教育委員会	
内容	子ども大学ぎょうだ同様, 「はてな学」の中で「ピサの斜塔はなぜ傾くの?」を鴻巣市市民活動センターにて実施した. 子ども大学ぎょうだ同様, 液状化の実演では子どもたちに人気で盛り上がりを見せたと共に, 地盤に関して子どもたちに関心を深めた.	
意義, 成果	小学生の知的好奇心を満足させ, ものづくりへの関心を高める. また, 産・官・学の連携を深める.	
トピックス	埼玉県 HP に掲載	

名称	瑠璃(るり)色の貴石・ラピスラズリーを磨いてブローチを作る	
対象	小学生, 中学生	
参加人数	のべ約 216 名(先着順), 学生 TA:4 名	
開催日時	2013/7/30～8/1	
会場	国立科学博物館	
責任者	製造学科 教授, 東江真一	
備考	サイエンススクエア 科学と遊ぶ夏休み! 入試課協力	
内容	工業製品と磨きと同じような工程で天然のラピスラズリーを磨きます. 最初は粗い SiC 砥粒を使って磨き, 最終工程は, 0.00025mm のダイヤモンドパウダーで鏡面にします. 何故, ダイヤモンドで磨くと鏡面になるかを考えてもらいます.	
意義, 成果	魅惑的な瑠璃色の天然石を使うことで, 精密加工を身近に感じてもらいます. 全 8 工程で磨くことで, 加工の難しさと工程管理の大事さを知ってもらいます.	
トピックス	全国的に宣伝され, 遠くから来場者が来ます. 小学生の夏休みの自由課題としても取り組まれているようです.	

記 録 Record

平成 25 年度教員研究業績一覧

査読付き論文および国際会議予稿集

著者	題目	雑誌名	発行年 あるい は開催 日	巻あるい は開催地	号	ペー ジ
<u>白井裕泰</u> 、 <u>佐々木昌孝</u> 、中川武	阮朝フエ王宮における隆徳殿の番付について	日本建築学会 計画系論文集	2014. 2	79	696	517-524
<u>菅谷諭</u> 、 <u>平井聖児</u> 、 <u>香村誠</u> 、 <u>ビチャイサエチャウ</u>	ドーム型超大画面ディスプレイに関する研究	ものづくり大 学紀要	2013	No. 4		pp. 10-15
萩原克哉、 <u>菅谷諭</u> 、的場やすし、 <u>香村誠</u> 、 <u>平井聖児</u> 、 <u>サエチャウビチャイ</u>	ユニバーサルデザインを考慮した靴型楽器の視覚障害者への応用	電子情報通信 学会 2014 年 総合大会講演 論文集	2014/3/ 18-21	新潟大学	A	A-19-6
<u>平岡尚文</u> 、高柳映介、高橋敏夫	両頭平面研削盤における切り込み量の計算法	ものづくり大 学紀要	2013		4	4-9
青木繁・栗田勝実・越水重臣・西村惟之・廣井徹磨・ <u>平井聖児</u>	Probabilistic Evaluation of a Method for Reduction of Residual Stress in Welded Structure Using Vibration、	Chemical Engineering Transactions、	2013		Vol . 33	pp. 1087-1092
青木繁・栗田勝実・越水重臣・西村惟之・廣井徹磨・ <u>平井聖児</u>	Modeling for Analysis of Residual Stress on Welded Joint Subjected to Vibration during Welding	Information	2013		Vol . 16 , No . 11	pp. 8157-8160
青木繁・栗田勝実・越水重臣・西村惟之・廣井徹磨・ <u>平井聖児</u>	Modeling for Analysis of Residual Stress on Welded Joint Subjected to Vibration during Welding、	Proceedings of the Sixth International Conference on Information	2013			pp. 236-239

菊田弘之、 澤本武博 、 篠崎徹、森濱和正、袴 谷秀幸	Cube 型ボス供試体の開発	ものづくり大 学紀要	2013. 6	4		33-38
望月昭宏、 澤本武博 、 樋口正典	養生方法の違いがコンク リートの表層品質に及ぼ す影響	ものづくり大 学紀要	2013. 6	4		39-44
青木優介、 澤本武博 、 嶋野慶次	硝酸銀溶液噴霧法による 塩化物イオン浸透深さ測 定におけるいくつかの経 験的知見	コンクリート 工学年次論文 集	2013. 7	35	1	1843- 1848
菊田弘之、 澤本武博 、 篠崎徹、森濱和正	Cube 型ボス供試体の充て ん性および圧縮強度に関 する基礎的研究	セメント・コン クリート論文 集	2014. 2	67		274-2 81
澤本武博 、望月昭宏、 舌間孝一郎、樋口正典	コンクリートの強度発現 に及ぼす配合および初期 の湿潤養生期間の影響	セメント・コン クリート論文 集	2014. 2	67		311-3 17
宮田敦典、中田善久、 大塚秀三 、岡本圭市	コンクリートポンプ工法 における圧送距離が圧送 前後の品質変化に及ぼす 一考察	日本建築学会 構造系論文 集、第 78 巻、 第 688 号	2013. 6	第 78 巻	第 688 号	pp. 10 35-10 44
荒巻卓見、 大塚秀三 、 八木修、中田善久	シラン系表面含浸材の表 面保護効果に及ぼす温湿 度の影響に関する基礎的 研究	コンクリート 工学年次論文 集	2013. 7	Vol. 35	No. 1	pp. 16 45-16 50
手島基、中田善久、 大 塚秀三 、荒巻卓見	コンクリート型枠用合板 の転用に伴う合板の品質 変化がコンクリート表面 の品質および下地モルタル の接着強度に及ぼす影 響	コンクリート 工学年次論文 集	2013. 7	Vol. 35	No. 1	pp. 37 9-384
荒巻卓見、中田善久、 大塚秀三 、宮田敦典、 手島基	関東地方における型枠工 事業者の作業の実状に関 するアンケート調査	日本建築学会 技術報告集	2014. 2	第 20 巻	第 44 号	pp. 13 -18

荒巻卓見, 大塚秀三 , 高橋宏樹 , 三井実 , 中 田善久, 赤谷樹一郎	コンクリート表面の仕上 がり状態における評価指 標の構築に関する一考察	ものづくり大 学紀要	2013. 6	No. 4		pp. 45 -52
大塚秀三 , 中田善久, 大木崇輔	異形鉄筋を切り取ったコ ア供試体の圧縮強度の補 正方法に関する一考察	ものづくり大 学紀要	2013. 6	No. 4		pp. 53 -60
前田真佑, 大塚秀三 , 荒巻卓見, 高橋宏樹 , 三井実 , 赤谷樹一郎	散水によるコンクリート 表面の明度変化に基づく 構造体コンクリート強度 の面評価の試み	ものづくり大 学紀要	2013. 6	No. 4		pp. 61 -68
降旗翔, 大塚秀三 , 八 木修, 荒巻卓見	シラン系表面含浸材とシ ラン・シロキサン系表面 塗布材の表面保護効果に 及ぼす養生温度および養 生期間の影響	ものづくり大 学紀要	2013. 6	No. 4		pp. 69 -75

講演論文

著者	題目	雑誌名	開催日	開催地ある いは巻	号	ページ
白井裕泰	江戸の建築	放送大学	2013年4月 27・28日	埼玉学習セ ンター		
白井裕泰	「職人の技」-ものつ くり大学に学ぶ-	熊谷市直実市 民大学	2013年5月 23日	ものづくり 大学		
白井裕泰	文化財建造物の保存 と修理-ヴィエトナ ム・フエ・阮朝・隆徳 殿修復および昭敬殿 復原プロジェクト 2005-2013	財団法人 い きいき埼玉	2013年10 月15日	熊谷市妻沼 行政センタ ー		
白井裕泰 ほか	昭敬殿基壇の修復に ついて-阮朝・太廟・ 昭敬殿の復原計画(そ の8)-	日本建築学会 大会学術講演 梗概集	2013年9月 1日	北海道大学		593-594
佐々木昌孝 ほか9名	『木碎之注文』におけ る厩の用語について	日本建築学会 大会学術講演 梗概集	2013年9月 1日	北海道大学		

青木繁, 栗田勝実, 越水重臣, 西村惟之, 廣井徹磨, <u>平井聖児</u>	振動を利用した溶接残留応力低減の評価法	日本機械学会 Dynamics and Design Conference 2013、USB 論文集				No. 13-18、 151、2013
<u>小野泰</u>	木造住宅の耐久設計と維持管理－外観調査による劣化状況の把握－	木材保存講座	2013年12月5日, 13日	東京都、京都市		
<u>小野泰</u>	プレカットCAD技術－木質材料／木質構造	プレートCADオペレーター(2・3級)技術者研修	2013年12月12日 2014年2月24, 26日	東京都、名古屋市、大阪市		
<u>小野泰</u>	プレカットCAD技術－木質材料／木質構造	プレートCADオペレーター(1級)技術者研修	2014年3月3日	東京都		
<u>小野泰</u>	公共建築木造工事/軸組構法(壁・軸構造)/桝組壁工法/丸太組構法/木工事	公共建築木造工事標準仕様書講習	2014年2月28日 3月6, 11日	札幌市、新潟、福岡		
山本健太, <u>原薫</u>	フォーミュラSAE競技車両用インパクトアッテネータに関する研究(第2報)	自動車技術会関東支部2013年度学術研究講演会前刷集	2014年3月7日	工学院大学新宿キャンパス	CD	I2-4
<u>澤本武博</u> 、菊田弘之、篠崎徹、森濱和正、袴谷秀幸	Cube型ボス供試体の充てん性に関する研究	土木学会第68回年次学術講演会講演概要集	2013年9月	東京	5	785-786
菊田弘之、 <u>澤本武博</u> 、篠崎徹、森濱和正、袴谷秀幸	Cube型ボス供試体の圧縮強度に関する研究	土木学会第68回年次学術講演会講演概要集	2013年9月	東京	5	787-788

澤本武博 、青木優介、加藤絵万、湯浅昇、濱崎仁	硝酸銀溶液噴霧法によるコンクリートの塩化物イオン浸透深さに及ぼす試料採取方法の影響	日本非破壊検査協会平成25年度春季大会講演概要集	2013年6月	東京		27-30
青木 優介、 澤本武博 、濱崎仁	硝酸銀溶液噴霧法における変色境界上での塩化物イオン濃度とその変動要因	日本非破壊検査協会平成25年度春季大会講演概要集	2013年7月	東京		31-34
菊田弘之、 澤本武博 、篠崎徹、森濱和正、袴谷 秀幸	Cube型ボス供試体の充てん性および強度特性に関する研究	日本非破壊検査協会平成25年度春季大会講演概要集	2013年8月	東京		55-58
三橋真成 、高橋義貴、上原祐一	金属とガラスのレーザー溶接の基礎検討ーレーザー照射パルス数と溶融半径、深さの計算ー	2014年度精密工学会春季大会講演論文集	2014年3月18日	東京大学		197-198
松本宏行	気付きを与え創造性を育む3次元CAD設計教育	設計工学会春季大会	2013年5月26日	国土館大学(東京)		
谷口守孝、 松本宏行 、大石久己	生物の進化を考慮した変形機構の提案	日本IFTtoMM会議シンポジウム	2013年6月15日	東京工業大学(東京)		
松本宏行 、竹内幸司、大石久己、山川新二	高次スペクトルを用いた入力データにおける非線形振動系の周波数応答解析	日本IFTtoMM会議シンポジウム	2013年6月15日	東京工業大学(東京)		
松本宏行	ものづくり大学における実験主体の機械力学教育	日本機械学会機械力学計測制御部門講演会D&D2013	2013年8月27日	九州産業大学(福岡)		
松本宏行 、中野貴幸、竹内幸司、大石久己、山川新二	高次スペクトルを用いた非線形振動系の周波数応答解析	日本機械学会機械力学計測制御部門講演会D&D2013	2013年8月30日	九州産業大学(福岡)		

松本宏行, 大石久己, 竹内幸司, 中野貴幸, 山川新二	高次スペクトルを用いた非線形振動系の周波数応答解析	制振工学研究会	2013年12月13日	東京都立産業技術研究センター(東京)		
松本宏行, 佐山遼太	modelica 言語を用いた複合物理領域における設計解析第一報: 概要および解析手法について	日本機械学会 2013年度年次大会	2013年9月10日	岡山大学(岡山)		
佐山遼太, 松本宏行	modelica 言語を用いた複合物理領域における設計解析第二報: 簡易モデルによる検討	日本機械学会 2013年度年次大会	2013年9月10日	岡山大学(岡山)		
飯嶋瑞生, 松本宏行	3D プリンタを活用した人形製作～高大連携プロジェクトを通じて～	日本機械学会 東海支部総会・講演会	2014年3月18日	大同大学(愛知)		
安居裕之, 中田善久, 大塚秀三, 春山信人, 齊藤丈士, 宮田敦典	粗骨材の容積比を変化させたコンクリートの水分の挙動に関する一考察(その1 質量減少率と乾燥収縮率の関係)	2013年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1分冊	2013年8月	北海道大学		pp. 33-34
宮田敦典, 中田善久, 大塚秀三, 春山信人, 齊藤丈士, 安居裕之	粗骨材の容積比を変化させたコンクリートの水分の挙動に関する一考察(その2 質量減少率および自由水量)	2013年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1分冊	2013年8月	北海道大学		pp. 35-36
荒巻卓見, 三井実, 大塚秀三, 中田善久, 高橋宏樹, 赤谷樹一郎	コンクリート表面の色むらに関する官能評価と画像解析による定量的評価の関係に及ぼす視野角の影響	2013年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1分冊	2013年8月	北海道大学		pp. 157-158

我妻佳幸, 大塚秀三 , 齊藤丈士, 澤本武博 , 赤谷樹一郎, 荒巻卓見	改良型旋回磨砕板法により製造された高品質再生骨材のコンクリート用骨材への適用性に関する基礎的研究	2013年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1分冊	2013年8月	北海道大学		pp. 227-228
大塚秀三 , 中田善久	異形鉄筋を切り取ったコア供試体の圧縮強度の簡易な補正係数の算定に関する一考察	2013年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1分冊	2013年8月	北海道大学		pp. 313-314
前田真祐, 大塚秀三 , 荒巻卓見, 高橋宏樹 , 赤谷樹一郎, 三井実 , 中田善久	散水による明度変化に基づく構造体コンクリート強度の面評価に関する基礎的研究	2013年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1分冊	2013年8月	北海道大学		pp. 317-318
田部奈津子, 中田善久, 大塚秀三 , 春山信人, 齊藤丈士, 宮田敦典, 大辻浩輔, 大林賢人	二相複合材料の観点から見たコンクリート応力-ひずみ曲線に関する検討(その1) 実験概要および圧縮強度と各段階における応力時のひずみの関係	2013年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1分冊	2013年8月	北海道大学		pp. 331-332
大林賢人, 中田善久, 大塚秀三 , 春山信人, 齊藤丈士, 宮田敦典, 大辻浩輔, 田部奈津子	二相複合材料の観点から見たコンクリート応力-ひずみ曲線に関する検討(その2) 粗骨材の容積比と圧縮強度および性弾性係数の関係	2013年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1分冊	2013年8月	北海道大学		pp. 333-334

春山信人, 中田善久, 大塚秀三 , 齊藤丈士, 宮田敦典, 大辻浩輔, 大林賢人, 田部奈津子	二相複合材料の観点から見たコンクリート応力-ひずみ曲線に関する検討(その3) コンクリートとモルタルの圧縮強度の関係	2013 年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1 分冊	2013 年 8 月	北海道大学	pp. 335-336
中田善久, 大塚秀三 , 松原俊一, 荒巻卓見, 手島基	部材の種類がコンクリートの打ち込み速度に及ぼす影響に関する一考察	2013 年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1 分冊	2013 年 8 月	北海道大学	pp. 365-366
藤巻慶太, 中田善久, 齊藤丈士, 大塚秀三 , 串田真基	溶融スラグ骨材を用いたモルタルにおけるポップアウトの発生に関する検討(その3 養生方法がポップアウトの発生に及ぼす影響)	2013 年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1 分冊	2013 年 8 月	北海道大学	pp. 485-486
串田真基, 中田善久, 齊藤丈士, 大塚秀三 , 藤巻慶太	溶融スラグ骨材を用いたモルタルにおけるポップアウトの発生に関する検討(その4 硬焼石灰の吸水条件がポップアウトの発生に及ぼす影響)	2013 年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1 分冊	2013 年 8 月	北海道大学	pp. 487-488
高瀬貢平, 中田善久, 大塚秀三 , 宮田敦典, 手島基, 荒巻卓見	型枠工事における工事計画の実状に関するアンケート調査 その1 調査概要、契約および積算	2013 年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1 分冊	2013 年 8 月	北海道大学	pp. 567-568
手島基, 中田善久, 大塚秀三 , 荒巻卓見, 宮田敦典, 高瀬貢平	型枠工事における工事計画の実状に関するアンケート調査 その2 合板の取り扱いおよび転用計画	2013 年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1 分冊	2013 年 8 月	北海道大学	pp. 569-570

湯本哲也, 中田善久, 大塚秀三 , 齊藤丈士, 宮田敦典, 荒巻卓見, 和田平作	レディーミクストコンクリート工場において製造されたコンクリートの運搬記録による目視スランプの変化量に関する一考察	2013 年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1 分冊	2013 年 8 月	北海道大学		pp. 613-614
中里想, 大塚秀三 , 竹村雅行, 遠藤未来, 赤谷樹一郎, 荒巻卓見	版築壁の現代工法への展開に関する研究 その 4 真壁の版築壁における施工性の検証および壁倍率の算定	2013 年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1 分冊	2013 年 8 月	北海道大学		pp. 911-912
赤谷樹一郎, 大塚秀三 , 中里想, 荒巻卓見	版築壁の現代工法への展開に関する研究 その 5 版築壁の構成材料の相違による固化機構が圧縮強度に及ぼす影響	2013 年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1 分冊	2013 年 8 月	北海道大学		pp. 913-914
降旗翔, 大塚秀三 , 八木修, 荒巻卓見, 中田善久	シラン系表面含浸材とシラン・シロキサン系表面塗布材の表面保護効果に及ぼす養生環境の影響	2013 年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1 分冊	2013 年 8 月	北海道大学		pp. 1265-1266
矢嶋宏紀, 長島早枝子, 杉本将平, 落合正行, 大塚秀三 , 宮里直也, 山中新太郎	仮設建築物の設計および施工を通じた OSSB 麦わら成型板の可能性	2013 年度日本建築学会大会 学術講演梗概集(北海道)A-1 分冊	2013 年 8 月	北海道大学		pp. 242-243
赤谷樹一郎, 大塚秀三 , 荒巻卓見, 降旗翔	構成割合の違いが版築供試体の圧縮強度および形状変化に及ぼす影響	日本建築仕上学会 2013 年大会学術講演会	2013 年 10 月	東京大学		pp. 61-64

倉澤尚人, 大塚秀三 , 高橋宏樹 , 三井実 , 荒巻卓見	試料サイズおよび視野角の相違がコンクリートの色むらに関する官能評価と画像解析による定量評価の関係に及ぼす影響	日本建築仕上学会 2013 年大会学術講演会	2013 年 10 月	東京大学		pp. 153-156
手島基, 中田善久, 大塚秀三 , 宮田敦典, 荒巻卓見	コンクリート型枠用合板の転用における合板の含水率変化がコンクリート表面の品質に及ぼす影響	平成 25 年度日本大学工学部学術講演会 論文集	2013 年 12 月	日本大学		pp. 133-134
高瀬貢平, 中田善久, 大塚秀三	異形鉄筋を切り取ったコア供試体の直径の違いが圧縮強度に及ぼす影響	平成 25 年度日本大学工学部学術講演会 論文集	2013 年 12 月	日本大学		pp. 135-136
串田真基, 中田善久, 斉藤丈士, 大塚秀三 , 藤巻慶太	溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートにおけるポップアウトの発生に関する検討	平成 25 年度日本大学工学部学術講演会 論文集	2013 年 12 月	日本大学		pp. 137-138
湯本哲也, 中田善久, 斉藤丈士, 大塚秀三 , 宮田敦典, 荒巻卓見	レディーミクストコンクリートの品質管理における目視スランプ検査に関する一考察	平成 25 年度日本大学工学部学術講演会 論文集	2013 年 12 月	日本大学		pp. 139-140
大林賢人, 中田善久, 大塚秀三 , 斉藤丈士, 春山信人, 大辻浩輔	モルタルの応力-ひずみ曲線を基準としたコンクリートの応力-ひずみ曲線の挙動に関する一考察	平成 25 年度日本大学工学部学術講演会 論文集	2013 年 12 月	日本大学		pp. 141-142
安居裕之, 中田善久, 斉藤丈士, 大塚秀三 , 宮田敦典	コンクリートの長さ変化試験における水分の挙動に関する一考察	平成 25 年度日本大学工学部学術講演会 論文集	2013 年 12 月	日本大学		pp. 143-144

藤巻慶太, 中田善久, 大塚秀三 , 手島基, 清水良平	金属拡張系あと施工アンカーに関する文献的検討	平成 25 年度日本大学工学部学術講演会論文集	2013 年 12 月	日本大学		pp. 145-146
宮田敦典, 中田善久, 大塚秀三 , 斉藤丈士, 荒巻卓見	宿泊施設におけるペットの同伴を可能にしたときの内装仕上材に関する意識調査	平成 25 年度日本大学工学部学術講演会論文集	2013 年 12 月	日本大学		pp. 147-148
田部菜津子, 中田善久, 大塚秀三 , 斉藤丈士, 宮田敦典, 湯本哲也	コンクリート供試体における見掛け密度の測定方法に関する一考察	平成 25 年度日本大学工学部学術講演会論文集	2013 年 12 月	日本大学		pp. 185-186
村井克綺, 中田善久, 斉藤丈士, 大塚秀三 , 宮田敦典, 安居裕之	コンクリートの長さ変化試験における水分の挙動に関する一考察	2013 年度日本建築学会関東支部研究発表会研究報告集 I	2014 年 2 月	日本大学		pp. 29-32
横山悠, 中田善久, 大塚秀三 , 春山信人, 斉藤丈士, 大林賢人, 大辻浩輔, 宮田敦典	高強度コンクリートにおける二相複合材料の観点から見たコンクリートの応力ひずみ曲線に関する一考察	2013 年度日本建築学会関東支部研究発表会研究報告集 I	2014 年 2 月	日本大学		pp. 85-88
山本哲也, 中田善久, 大塚秀三 , 高瀬貢平	異形鉄筋を含んだコア供試体の直径の違いがコア強度に及ぼす影響に関する研究	2013 年度日本建築学会関東支部研究発表会研究報告集 I	2014 年 2 月	日本大学		pp. 89-92
鈴木駿, 中田善久, 大塚秀三 , 高瀬貢平	平板試験体におけるコア供試体の直径および採取深さが圧縮強度とそのばらつきに影響する基礎的検討	2013 年度日本建築学会関東支部研究発表会研究報告集 I	2014 年 2 月	日本大学		pp. 93-96

赤谷樹一郎, 大塚秀三 , 荒 巻卓見, 降旗 翔	締固めエネルギーが 版築供試体の圧縮強 度および形状変化に 及ぼす影響	2013 年度日本 建築学会関東 支部研究発表 会研究報告集 I	2014 年 2 月	日本大学		pp. 101-104
武内大樹, 大 塚秀三 , 赤谷 樹一郎, 荒巻 卓見, 降旗翔	炭酸化が版築供試体 の圧縮強度および形 状変化に及ぼす影響	2013 年度日本 建築学会関東 支部研究発表 会研究報告集 I	2014 年 2 月	日本大学		pp. 113-116
水越清文, 中 田善久, 大塚 秀三 , 清水良 平, 藤巻慶太	金属拡張系あと施工 アンカーにおける先 端形状の違いが引抜 き耐力に及ぼす影響	2013 年度日本 建築学会関東 支部研究発表 会研究報告集 I	2014 年 2 月	日本大学		pp. 125-128
倉澤尚人, 大 塚秀三 , 高橋 宏樹 , 三井実 , 荒巻卓見, 中 田善久	コンクリート表面の 色むらの官能評価に 及ぼす検査条件の影 響に関する基礎的研 究	2013 年度日本 建築学会関東 支部研究発表 会研究報告集 I	2014 年 2 月	日本大学		pp. 129-132
秋山太一, 中 田善久, 大塚 秀三 , 荒巻卓 見, 手島基	コンクリート型枠用 合板の転用における 合板の含水率変化が コンクリート表面の 品質に及ぼす影響ー 水セメント比の変化 に関する検討ー	2013 年度日本 建築学会関東 支部研究発表 会研究報告集 I	2014 年 2 月	日本大学		pp. 169-172
須藤泰明, 大 塚秀三 , 八木 修, 降旗翔, 荒巻卓見, 中 田善久	シラン系表面含浸材 の表面保護効果へ及 ぼす温湿度および養 生期間の影響	2013 年度日本 建築学会関東 支部研究発表 会研究報告集 I	2014 年 2 月	日本大学		pp. 189-192

<u>大島博明</u>	市町村合併における 庁舎建築に関する研 究・・・本庁舎業務 機能の変化及び移転 に関する研究(秩父市 の場合)	日本建築学会 2013 北海道大 会 学術講演 梗概集	2013年9月 1日	北海道大学		
<u>大島博明</u>	旧秩父セメント跡地 活用構想について		2013年5月 7日	秩父市議会		
<u>大島博明</u>	秩父市役所及び市民 会館の設計案につい て		2013年6月 24日	秩父市役所		
<u>大島博明</u>	地域の活性化と個性 あるまちづくり		2013年7月 5日	熊谷市商工 会議所		
<u>大島博明</u>	地域の活性化と個性 あるまちづくり		2013年11 月.20日	秩父広域市 町村議会		
<u>鈴木克美</u>	ダクタイル鑄鉄の引 け巣に関する各社諸 条件での評価	日本鑄造工学 会 第162回全 国講演大会 概要集	2013年5月 26日	山梨大学	49	p 49
小池真弘, <u>鈴木克美</u>	ダクタイル鑄鉄にお ける球状化剤の比較 検討	日本鑄造工学 会 第163回全 国講演大会 概要集	2013年10 月26日	高岡商工ビ ル	12	p 13

記 録 Record

平成 25 年度教員著作一覧

著者	書名	出版社	出版社所在地	発行年月日
<u>白井裕泰</u>	阮朝・太廟・昭敬殿の復原計画ーヴェトナムの文化遺産に関する国際協力ー2012 年度活動報告(平成 24 年度科学研究補助金基盤研究 A)	ものづくり大学 白井裕泰研究室	埼玉県行田市	2014 年 3 月
<u>土居浩【分担執筆】</u>	村上興匡・西村明編『慰霊の系譜ー死者を記憶する共同体ー』(土居「異常死者葬法の習俗をめぐって」所収)	森話社	東京都千代田区	2013 年 11 月 21 日
<u>小野泰</u> ほか	木材保存	公益社団法人 日本木材保存協会	東京都	2013 年 12 月
<u>小野泰</u> ほか	プレカット CAD 技術者研修テキスト	一般社団法人 全国木造住宅機械プレカット協会	東京都	2013 年 11 月
<u>小野泰</u> ほか	公共建築木造工事標準仕様書	一般社団法人 公共建築協会	東京都	2013 年 7 月
<u>大塚秀三</u> 、 <u>北條哲男</u> 、 <u>三原齊</u> ほか	1 級建築施工管理技士ジャンル別暗記のポイントと確認問題	(株)彰国社	東京	2014 年 1 月
<u>三原齊</u> 、 <u>大島博明</u> 、 <u>大塚秀三</u> 、 <u>伊藤大輔</u> ほか	1 級建築士スピード学習帳 2014	エクスナレッジ	東京都	2013 年 11 月 29 日
<u>三原齊</u> 、 <u>大島博明</u> 、 <u>大塚秀三</u> 、 <u>伊藤大輔</u> ほか	2 級建築士スピード学習帳 2014	エクスナレッジ	東京都	2013 年 11 月 29 日

解説等

著者	題目	書名(雑誌名, 報告書名など)	巻	号	発行年月日	ページ
<u>佐々木昌孝</u>	浜島一成『伊勢神宮を造った匠たち』抄録	建築雑誌	vol.12 9	no.165 3	2014年1月	pp.73-74
<u>土居浩</u>	葬送・墓制(日本民俗学の研究動向 2009-2011)	日本民俗学		277	2014年2月 28日	33-42
<u>土居浩</u>	ことはそれだけではない だろう—高取正男の読み 方思案—	日本民俗学		276	2013年11 月30日	93-102
<u>土居浩</u>	【項目執筆】石の怪異, 金 神, 死体の怪異, 崇り, 崇り 地, 墓場の怪異, 霊魂	小松和彦監修 『日本怪異妖怪 大事典』東京堂 出版			2013年7月 10日	
<u>平井聖児、ピ チャイサエチ ャウ</u>	高濃度マイクロバブルを 用いた精密部品の洗浄	研究開発リー ダー	vol.10 ,no.6		2013年9月	21-23
<u>小野泰</u>	木造耐震補強—水平構 面のせん断性能に関する 研究	ものづくり研究 情報センター 寄付研究報告 書			2013年10 月	24 ページ
<u>小野泰</u>	木造耐震補強—鉛直構 面のせん断性能に関する 研究	ものづくり研究 情報センター 寄付研究報告 書			2013年10 月	19 ページ
<u>増淵文男、澤 本武博、大窪 カシ、村上幸 一、片山豊 廣、石井隆、 吉澤清三、加 藤博、高橋 辰雄</u>	GFRPトラス橋の建設— 第2連絡橋「野村東太 橋」—	ものづくり大学 紀要	4		2013年6月	97-102
<u>松本宏行</u>	クォータ制を活用したも のづくり教育	日本機械学会 メカトップ関東	35		2013年	
<u>松本宏行</u>	高次スペクトル解析につ	株式会社小野			2013年11	

	いて(解説)	測器			月 15 日	
大塚秀三	特集:構造体コンクリートのひび割れは低減できているのかー施工でのひび割れ対策ー設計図書の確認, 打込み・締固め, 補強筋	建築技術	No.76 6	11 月 号	2013 年 11 月	pp.160-167
鈴木克美	鑄造業の海外展開の課題と期待	雑誌「素形材」	54 巻	11 月 号	2013 年 11 月	p1
鈴木克美	”テクノロジスト”の時代要請に応える	雑誌「素形材」	55 巻	3 月号	2014 年 3 月	p46

記 録 Record

平成 25 年度教職員学外役職/審査員等一覧

国・地方自治体関係

委員会等名称	所管団体	役職名	教職員名	教職員所属
技能者(現代の名工)表彰審査委員会	厚生労働省	委員	白井教授	建設
彩の国総合技能展審査委員	埼玉県	委員	白井教授	建設
あきる野市文化財保護審議会	あきる野市	委員	白井教授	建設
上尾市建築審査会	上尾市	副会長	白井教授	建設
行田市環境審議会	行田市	会長	白井教授	建設
行田市資源リサイクル審議会	行田市	会長	白井教授	建設
行田市エコタウン推進協議会	行田市	委員長	白井教授	建設
国立市文化財保護審議会	国立市	会長	白井教授	建設
熊谷市開発審査会	熊谷市	委員	白井教授	建設
熊谷市建築紛争調停委員会	熊谷市	委員	白井教授	建設
羽村市文化財保護審議会	羽村市	会長	白井教授	建設
三次元継ぎ手・球面軸受評価・検討分科会	独立行政法人 防災科学技術 研究所	委員	平岡教授	製造
東京都目黒区文化財審議会	目黒区	審議委員	佐々木准教授	建設
荒川区文化財保護審議会	東京都荒川区 教育委員会	委員	土居教授	建設
中古住宅流通促進・ストック再生に向けた 既存住宅等の性能評価技術の開発・劣化 調査検討 WG	国土交通省国 土技術政策総 合研究所	委員	小野教授	建設
木造住宅の耐久性向上に関わる建物外皮 の構造・仕様とその評価に関する共同研究	国土交通省国 土技術政策総 合研究所	委員	小野教授	建設
官庁施設コスト抑制検討会	国土交通省大 臣官房官庁営 繕部整備課	委員	小野教授	建設
ものづくり立国の推進事業(業界等が取り 組む熟練技能者を活用した技能継承の支 援・促進)に係る企画書評価委員会	厚生労働省	評価委員	松本准教授	製造
各種技能競技大会等の推進事業に係る企 画書評価委員会	厚生労働省	評価委員	松本准教授	製造

技能検定職種の統廃合等に関する検討会	厚生労働省	委員	松本准教授	製造
秩父市事業推進アドバイザー	秩父市	アドバイザー	大島教授	建設
秩父市文化財保護審議委員会	秩父市	委員	大島教授	建設
秩父祭保存委員会	秩父市	常任委員	大島教授	建設
秩父市エコタウン検討委員会	秩父市	委員	大島教授	建設
秩父広域市町村圏組合新火葬場建設検討委員	秩父広域市町村圏組合	委員長	大島教授	建設
北本市都市計画審議会	北本市	委員	大島教授	建設
埼玉県産業総合技術センター運営委員会	埼玉県産業総合技術センター	委員	鈴木教授	製造
埼玉県アルミ鋳物検定委員会		副委員長	鈴木教授	製造

その他団体

委員会等名称	所管団体	役職名	教職員名	教職員所属
文献抄録第7部会(歴史意匠)抄録委員会委員	日本建築学会	委員	佐々木准教授	建設
関東支部歴史意匠専門研究委員会委員	日本建築学会	委員	佐々木准教授	建設
技能五輪全国大会	中央職業能力開発協会	競技委員	佐々木准教授	建設
若年者ものづくり競技大会	中央職業能力開発協会	競技委員	佐々木准教授	建設
木造住宅用接合金物審査委員会	(財)日本住宅・木材技術センター	委員	小野教授	建設
プレカット CAD 技術者認定検討委員会	一般社団法人全国木造機械プレカット協会	委員	小野教授	建設
木造耐力壁ジャパンカップ実行委員会	NPO 法人 木の建築フォーラム	委員	小野教授	建設
既調合軽量セメントモルタル塗り外壁の構造性能に関する調査研究	特定非営利活動法人湿式仕上技術センター	委員	小野教授	建設
担い手育成拠点事業アドバイザー会議	一般社団法人木を活かす建築協会	委員	小野教授	建設

構造用木質材料の変形と破壊に関する小委員会	一般社団法人 日本建築学会	委員	小野教授	建設
伝統要素設計法小委員会	一般社団法人 日本建築学会	委員	小野教授	建設
木造建築工事標準仕様書講習会検討会議	一般社団法人 公共建築協会	主査	小野教授	建設
枠組壁工法建て方施工精度調査検討委員会	一般社団法人 日本ツーバイフォー建築協会	委員長	小野教授	建設
ラミネートログ委員会	協同組合いわ き材加工センタ ー	委員	小野教授	建設
木質構造評定委員会	ハウスプラス確 認検査(株)	委員	小野教授	建設
国産無垢の家開発委員会	(株)コシイプレ ザービング	委員	小野教授	建設
埼玉県本部理事会	(公社)日本空 手協会	理事	原教授	製造
学生自動車研究会	(公社)自動車 技術会	参与	原教授	製造
理事会	行田市空手道 連盟	理事	原教授	製造
大会実行委員会	スターリングテ クノラリー技術 会	委員	原教授	製造
コンクリート中の配筋探査技術者資格認証 制度認証運営委員会	社団法人日本 非破壊検査工 業会	委員	澤本准教授	建設
TokyoDesignersWeek2013 学校作品展・実 行委員会	NPO デザイン アソシエーショ ン	実行委員 および 審査委員	松本准教授	製造
関東支部埼玉県技術懇談会	日本コンクリ ート工学会	幹事	大塚准教授	建設
コンクリート基本技術調査委員会コンクリートポン プ施工技術調査 WG	日本コンクリ ート工学会	委員	大塚准教授	建設

材料・施工専門研究委員会 RC 建築物の不 具合事例収集 WG	日本建築学会 関東支部	委員	大塚准教授	建設
コンクリート工学年次論文集外部査読委員 会	日本コンクリー ト工学会	委員	大塚准教授	建設
工学教育研究講演会運営委員会	日本工学教育 協会	委員	大塚准教授	建設
日本コンクリート工学会	日本コンクリー ト工学会	代議員	大塚准教授	建設
コンクリート工学論文集編集委員会	日本コンクリー ト工学会	委員	大塚准教授	建設
日本コンクリート工学会	日本コンクリー ト工学会関東 支部	常任委員	大塚准教授	建設
材料・施工専門研究委員会	日本建築学会 関東支部	委員	大塚准教授	建設
日本鑄造工学会関東支部理事会	公益社団法人 日本鑄造工学 会	理事	鈴木教授	製造
素形材センター編集委員会	一般財団法人 素形材センター	編集委員	鈴木教授	製造
包括的職業能力評価制度整備(鑄造業)委 員会	中央職業能力 開発協会	座長	鈴木教授	製造
日本ダクタイル鑄鉄協会 理事会	日本ダクタイル 鑄鉄協会	副会長	鈴木教授	製造
日本ダクタイル鑄鉄協会 研究委員会	日本ダクタイル 鑄鉄協会	研究院長	鈴木教授	製造

記 録 Record

平成 25 年度海外出張実績

出張者	出張者所属	出張先	用件	期間
白井教授	建設学科	ベトナム	文科省科研費基盤研究 A 海外 学術調査	2013 年 6 月 28 日～31 日, 8 月 16 日～23 日, 9 月 11 日～14 日, 12 月 22 日～25 日, 2014 年 2 月 24 日～3 月 4 日
白井教授	建設学科	インドネシア	世界遺産(ポロブドゥール・プラ ンバナナ他)調査	2013 年 7 月 12 日
土井講師	製造学科	米国	研究室アメリカ研修&卒業研究 調査	2013 年 9 月 10 日～17 日
土井講師	製造学科	ニュージーランド	NZ Linguistic Society 2013 Conference	2013 年 11 月 18 日～ 23 日
大島教授	建設学科	フランス	パリを中心とした建築デザイン 及び改修デザインの調査等	2014 年 3 月 21 日～28 日
鈴木教授	製造学科	インド	委託研究先との技術打合せ	2013 年 12 月 15 日～ 18 日

ものづくり大学 紀要編集委員会

編集委員長

松本宏行

編集委員

深井 和宏 / 長谷川正幸 / 土井 香乙里 /
市川茂樹

表紙デザイン

林英昭

ものづくり大学 紀要 第5号

ISSN 2185-3746

2014年12月26日 印刷

2014年12月26日 発行

発行人

赤松 明

学校法人 ものづくり大学

〒361-0038 埼玉県行田市前谷 333

TEL 048-564-3200 / FAX 048-564-3201

印刷所

三共印刷



ものつくり大学

Institute of Technologists