

論文 Article

養生方法の異なるコンクリート柱部材の
走査型電子顕微鏡による表層部の硬化組織観察

原稿受付 2020 年 6 月 8 日

ものづくり大学紀要 第 10 号 (2020) 1 ~ 7

澤本武博^{*1}, 沢木大介^{*2}, 高橋晴香^{*3}, 樋口正典^{*4}, 臺哲義^{*4}^{*1} ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*2} 株式会社太平洋コンサルタント 技術調査室^{*3} 株式会社太平洋コンサルタント 解析技術部^{*4} 三井住友建設株式会社 技術本部 建設基盤技術部Scanning Electron Microscope Observation of Hardened Concrete Surfaces
of Pillar Members Cured by Several MethodsTakehiro SAWAMOTO^{*1}, Daisuke SAWAKI^{*2}, Haruka TAKAHASHI^{*3},
Masanori HIGUCHI^{*4} and Akiyoshi DAI^{*4}^{*1} Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*2} TAIHEIYO CONSULTANT Co., Ltd., Technical Research Office^{*3} TAIHEIYO CONSULTANT Co., Ltd., Instrumental Analysis Technology Department^{*4} SUMITOMO MITSUI Construction Co., Ltd.

Abstract

Concrete pillar members of actual size using two types of cement were cured by four types of method and air permeability and water content were evaluated at three ages. As the age proceeded, coefficients of air permeability were in general increased and water contents were decreased. Correlation between these two values was confirmed. In the case of normal Portland cement (N), coefficients of air permeability were small and water contents were large in the concrete cured under water-supplied condition such as wet curing. In the case of blast furnace slag cement type B (BB), coefficients of air permeability were smaller in the concrete cured under atmospheric condition than other three methods. It was considered that suppression of drying was important for BB concrete to keep air permeability low. Observation of hardened structure of surfaces of each concretes by scanning electron microscope suggested that principal factors of differences of air permeability among four curing methods were denseness of surface in N concrete and degree of occurrence of cracking in BB concrete.

Key Words : Concrete, Curing, Coefficient of air permeability, Water content, Hardened structure, Scanning electron microscope, Backscattered electron image

1. はじめに

コンクリートの耐久性を評価するにあたって、一般的に水セメント比あるいは圧縮強度をその指標として用いることが多いが、コンクリートの養生によって耐久性は異なってくる。そのため、直

接的にかぶりコンクリートの空気や水の移動抵抗性を求める方法が提案され、実用化している^{1~4)}。そして、コンクリート構造物の表層の透気性に及ぼす影響が検討されるようになってきたものの^{5~9)}、実大柱部材を用いて検討した例は少ない^{10, 11)}。

Table 1 Mix proportions and properties of concrete

Fc	Cement	W/C (%)	Slump (cm)	Unit content (kg/m ³)					Properties of fresh concrete			Strength at mold-demolding (N/mm ²)	Strength under standard curing (N/mm ²)
				W	C	S	G	Ad	Slump (cm)	Air (%)	Temperature (°C)		
36	N	45.0	12	172	383	733	1006	4.596	11.0	5.0	29.3	25.6	34.6
	BB	44.0	12	171	389	718	1006	4.668	10.0	4.7	26.9	26.9	40.8



Fig. 1 Curing methods

一方、コンクリートの養生方法が異なると、透気係数にも違いが生じることは知られているが、セメントの種類と養生方法を組み合わせ、コンクリート表層部の走査型電子顕微鏡（以下、SEMと称す）による背面反射電子像（以下、BEIと称す）の観察結果から考察した例は、著者らが知る限りでは見当たらない。

本研究では、普通ポルトランドセメントおよび高炉セメントB種を用いたコンクリート柱部材を作製し、コンクリートの養生方法および材齢が、柱部材の透気性および含水率に及ぼす影響を検討した。そして、表面付近の切断面をSEMで観察し、硬化組織の特徴を明らかにするとともに、透気性との関係を考察した。

2. 実験概要

2.1 コンクリートの配合および柱部材の作製

セメントには普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm³）および高炉セメントB種（密度 3.04g/cm³）を、細骨材には栃木県栃木市尻内町産山砂（表乾密度 2.61g/cm³、粗粒率 2.75）を、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%）を用いた。また、混和剤には、AE減水剤を用いた。

コンクリートの配合を表1に示す。実験に用いたコンクリートは、普通ポルトランドセメント（以下、Nと称す）または、高炉セメントB種（以下、

Fig. 2 Test methods

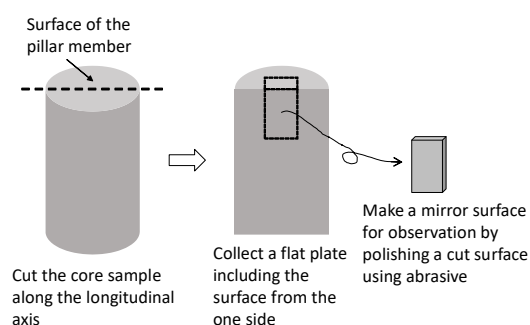


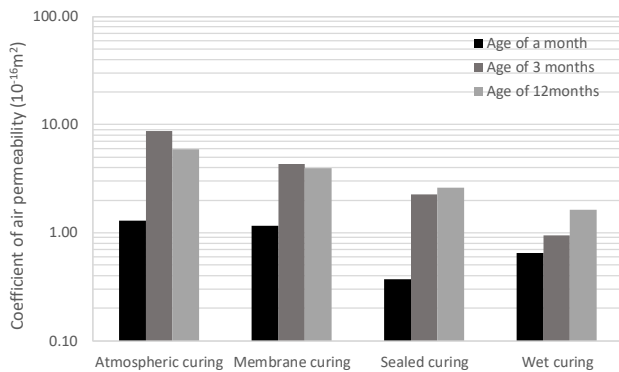
Fig. 3 Procedure for preparation of sample for observation of BEI by SEM

BBと称す）を用いた呼び強度36のレディーミクスコンクリートとした。

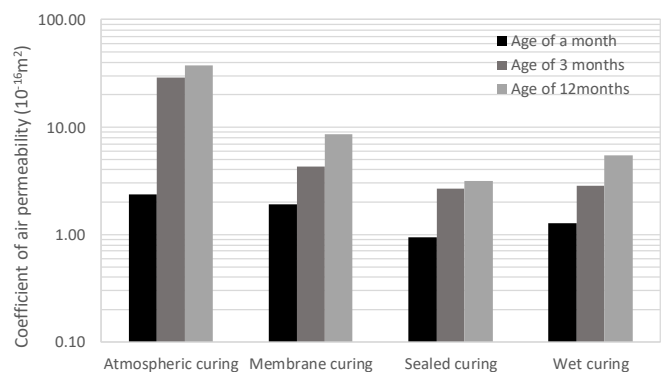
柱部材の寸法は、高さ1200mm、幅840mm、長さ840mmとし、コンクリートはトラックアジテータから直接シュートにより3層で打ち込み、内部振動機で締め固めた。

2.2 柱部材の養生方法

実験は、水がかりのない屋内実験棟で行うこととし、材齢7日の脱型後、気中養生、膜養生、封かん養生および湿布養生の4種類の養生を柱部材側面の4面にそれぞれ行った。柱部材の養生の様子を図1に示す。膜養生は脱型直後にグリコールエーテル系誘導体を主成分とする収縮低減型養生剤を塗布することとした。また、封かん養生は脱型直後にポリオレフィンを基材とした養生テープを貼り付け、湿布養生は脱型直後に湿らせたウレタンフォーム発泡体および繊維製不織布などを加

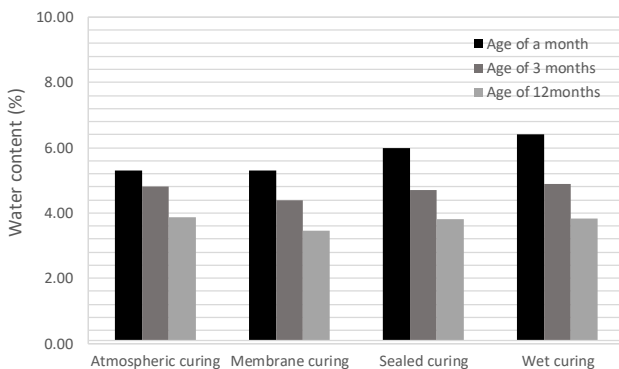


(a) Normal Portland cement (N)

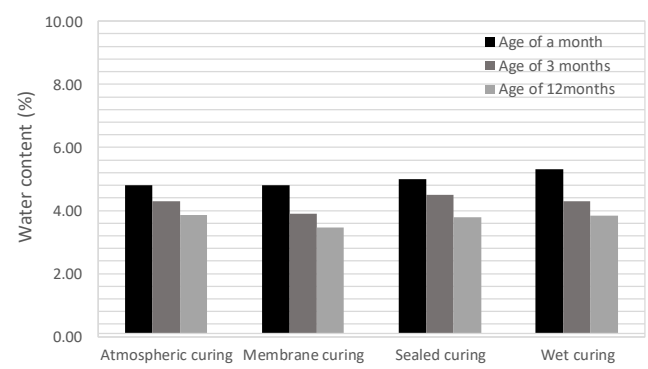


(b) Blast furnace slag cement type B (BB)

Fig. 4 Effect of curing method on coefficient of air permeability



(a) Normal Portland cement (N)



(b) Blast furnace slag cement type B (BB)

Fig. 5 Effect of curing method on water content

工したマットを貼り付け、型枠を再度あてがい、3日おきに散水した。なお、封かん養生および湿布養生は脱型日から材齢28日まで行った。

2.3 透気試験および含水率試験

透気試験および含水率試験の様子を図2に示す。透気試験では、スイス規格262に示されているダブルチャンバーセルを用い、材齢1ヶ月、3ヶ月および1年において、柱部材の各養生面の中央部付近（打込み面・底面の縁部から300mm以上および側面の縁部から200mm以上離れた内部）を3ヶ所ずつ測定し、相乗平均値をそれぞれの透気係数とした。

含水率試験では、電気抵抗式のコンクリート水分計により、透気試験と同じ材齢でコンクリート表面の含水率を測定した。

2.4 硬化組織の観察

材齢1年において、各方法で養生した柱部材の一つの面の中央付近より、直径75mmのコアを4本採取し、3本を圧縮強度試験、1本を硬化組織の

観察に用いた。コアの強度はいずれの養生でも40N/mm²程度であった。

硬化組織の観察では、図3に示すように、各コアをダイヤモンドカッターにより長軸に平行する方向に半分切断し、その片方の切断面から、表面を含む厚さ約15mm、大きさ25×40mmの平板を切断して採取した。25×40mmの面を研磨材により鏡面状に研磨し、観察用試料とした。研磨した面に炭素を蒸着し、SEMによりBEIを観察し、硬化組織の特徴を明らかにした。SEMは日本電子製のIT-300HRを用い、加速電圧は15kVとした。

3. 実験結果および考察

3.1 透気試験および含水率試験

透気係数と養生方法および材齢の関係を図4に示す。Nの場合、いずれの材齢においても、概ね外部から水分を供給する湿布養生を行うと透気係数は最も小さくなり、次に水分を乾燥させない封

かん養生、水分の乾燥を抑制する膜養生、脱型直後から乾燥が始まる気中養生の順となった。これらのことより、N の場合は乾燥を抑制し、さらに水分を供給するほど水和反応が活発になり表層品質が向上すると考えられる。一方、BB の場合は、乾燥の影響が大きい¹²⁾、気中養生で透気係数が極めて大きくなっており、膜養生、封かん養生、湿布養生を行うことで透気係数は小さくなった。これは BB の場合は N と異なり、乾燥を抑制する養生を行うことで十分な養生効果が得られることを表していると考えられる。

材齢に着目すると、いずれの養生でも材齢の経過に伴い、透気係数は大きくなる傾向にあり、水がかりのない屋内環境では、乾燥の影響を大きく受けると考えられる。

表面含水率と養生方法および材齢の関係を図 5 に示す。N の場合、いずれの材齢においても、概ね湿布養生を行うと表面含水率は最も高くなり、次に封かん養生、膜養生、気中養生の順となった。これは、透気係数の小さい順とも一致しており、N の場合は乾燥を抑制し、さらに水分を供給するほど含水率が高く表層部が緻密であると考えられる。BB の含水率試験の結果も N と同様の傾向が見受けられるが、養生の違いによる表面含水率の差は N より小さい。

透気係数と含水率の関係を図 6 に示す。呼び強度 36 と同程度の強度レベルおよび水がかりのない屋内環境の場合、表面含水率が大きくなるほど透気係数は小さくなる傾向にあり、相関性が見受けられた。

3.2 硬化組織の観察

N のコンクリートの BEI を図 7 に、BB のコンクリートの BEI を図 8 に、それぞれ示す。いずれもコンクリートの表面から深さ 1mm 程度の観察像である。各画像においてさまざまな形状の粒子は骨材、その間を埋めるのがセメントペーストであり、その中に散在する白色の小さい粒子はセメント粒子である。BEI においては空隙など実体のない部分は黒く観察される。各画像に見られる円形の黒い部分は気泡、線状の黒い部分は亀裂などである。

N の場合、コンクリートの表面の形状に、養生

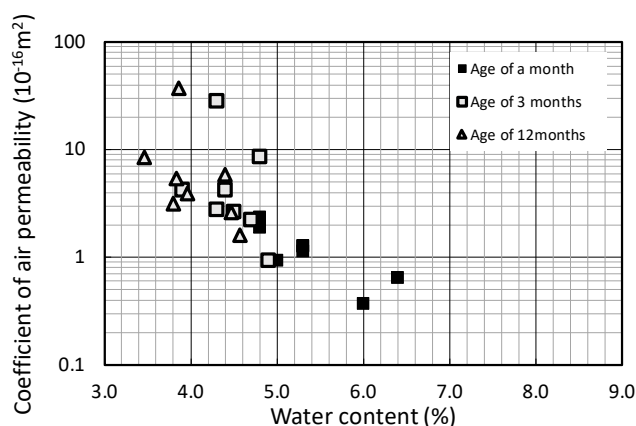


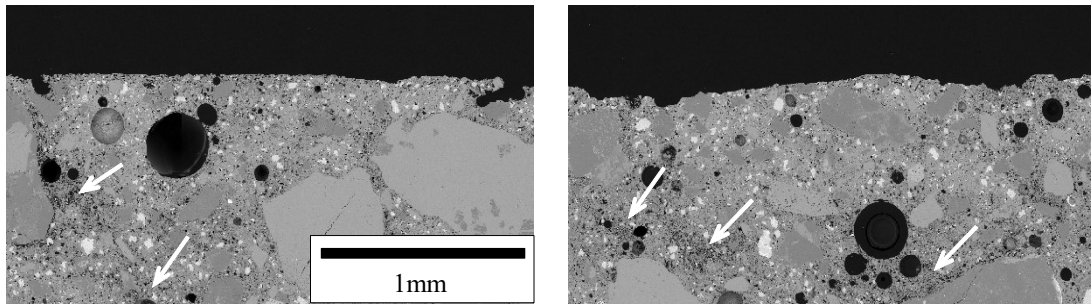
Fig. 6 Relation between coefficient of air permeability and water content

方法による違いが見られた。封かん養生と湿布養生は平滑であるのに対し、気中養生と膜養生には部分的に凹凸が見られた。これはそれぞれのコンクリートの硬さを反映したものと思われ、気中養生と膜養生は封かん養生や湿布養生より柔らかいため、切断などの観察試料作製の過程で表面が欠損したものと考えられる。また、写真ではやや判りづらいが、気中養生や膜養生は矢印で示す部分がやや暗めに観察され、空隙が多いことを示す。このような部分は骨材の近傍に多く、またセメントペーストとの間にすきまが認められる骨材も散見された。

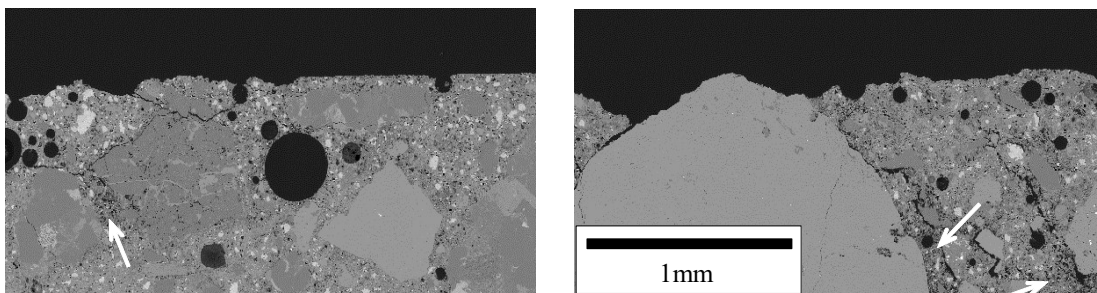
これに対し封かん養生と湿布養生、特に湿布養生では、セメントペーストはおおむね一様な色調で観察され、骨材とセメントペーストの間のすきまも気中養生や膜養生のように観察されなかった。

以上の結果から、湿布養生や封かん養生は気中養生や膜養生と比べてセメントの水和が進行し、より緻密な硬化組織が形成されており、そのため透気係数が小さいものと考えられる。4 つの試料の透気係数の大小と硬化組織の緻密さ是对応しており、表層が緻密なものほど透気性が低いという関係が認められる。

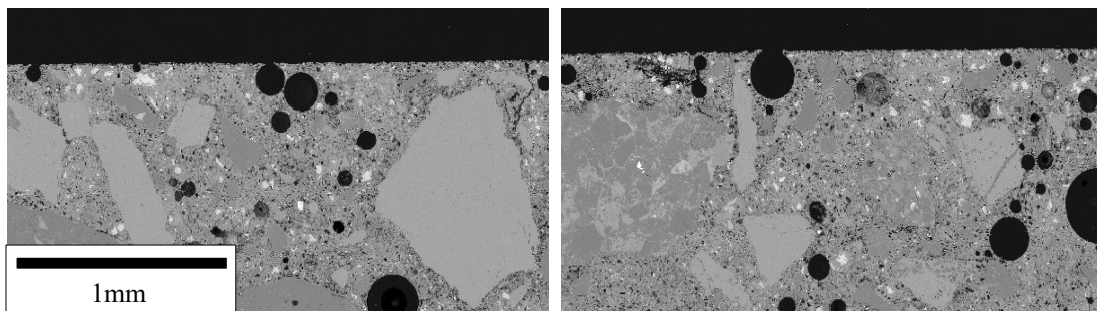
BB の場合、表面の形状には N と同様に養生方法による違いがあり、透気係数の大きい気中養生は、他の 3 試料と比べて凹凸が多かった。気中養生の表層が他の 3 試料より柔らかいことが推察される。また N ではほとんど見られなかった亀裂が観察され、特に気中養生において多かった。



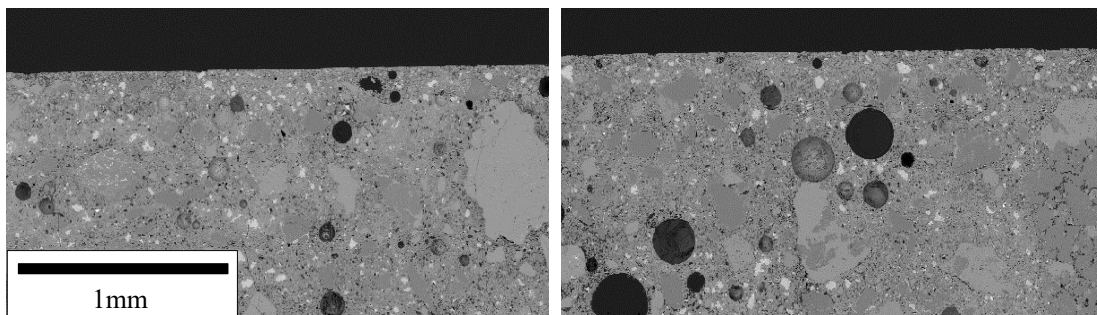
(a) Atmospheric curing (Coefficient of air permeability : $5.90 \times 10^{-16} \text{m}^2$)



(b) Membrane curing (Coefficient of air permeability : $3.97 \times 10^{-16} \text{m}^2$)

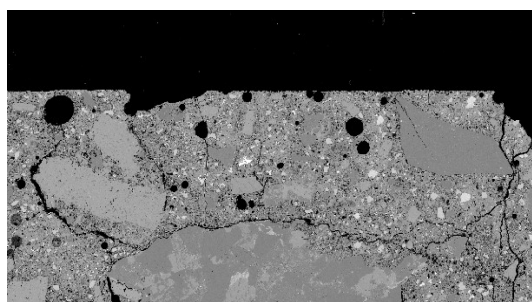


(c) Sealed curing (Coefficient of air permeability : $2.62 \times 10^{-16} \text{m}^2$)

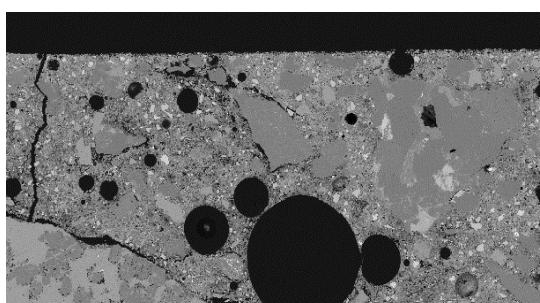
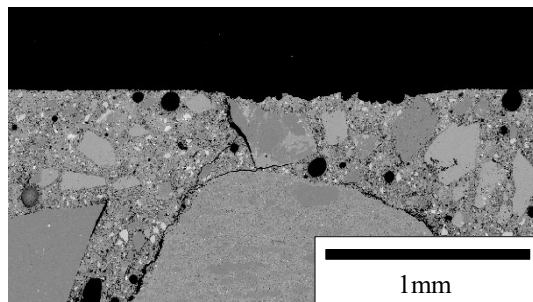


(d) Wet curing (Coefficient of air permeability : $1.63 \times 10^{-16} \text{m}^2$)

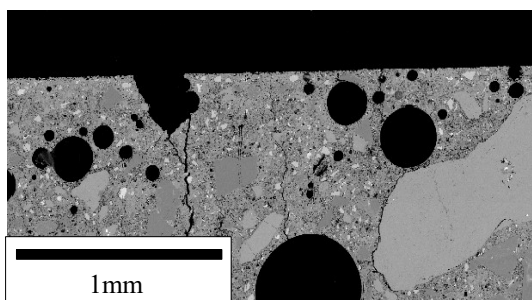
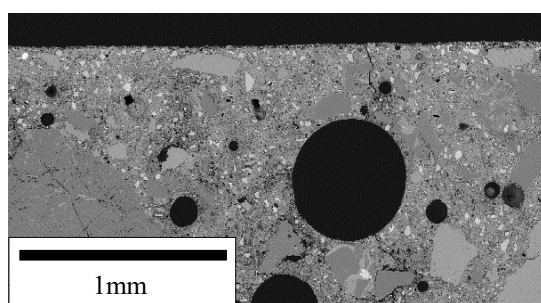
Fig. 7 BEIs of surface of concrete using normal Portland cement (N)
(Age of 12months)



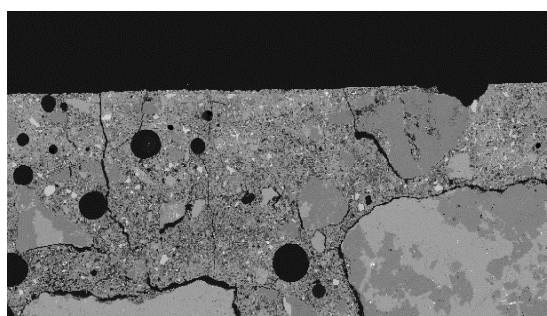
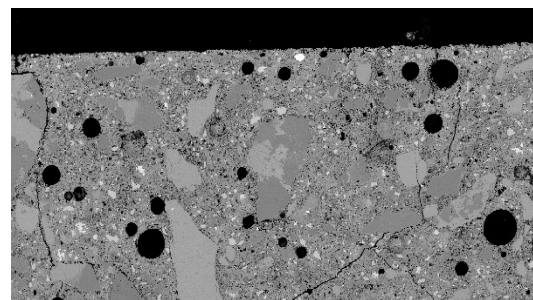
(a) Atmospheric curing (Coefficient of air permeability : $37.32 \times 10^{-16} \text{m}^2$)



(b) Membrane curing (Coefficient of air permeability : $8.59 \times 10^{-16} \text{m}^2$)



(c) Sealed curing (Coefficient of air permeability : $3.15 \times 10^{-16} \text{m}^2$)



(d) Wet curing (Coefficient of air permeability : $5.47 \times 10^{-16} \text{m}^2$)

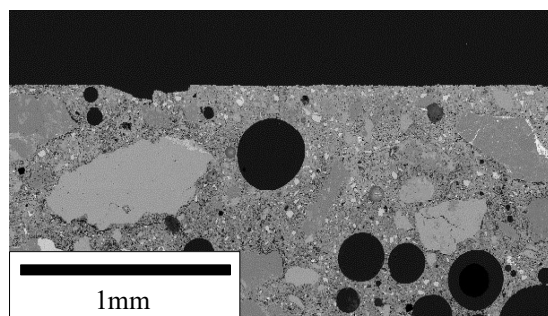


Fig. 8 BEIs of surface of concrete using blast furnace slag cement type B (BB)
(Age of 12months)

前述の通り、N の場合は湿布養生のように水分を供給する方法により透気係数は小さく保たれるが、BB の場合は気中養生以外の 3 種類の方法のいずれでも、透気係数は気中養生と比べて小さく、それは乾燥が抑制されることによると考えられる。

BEI において、BB に亀裂が認められ、気中養生において他の 3 種類の方法より多めであることは、乾燥の程度の相違によるものと考えられる。そして、BB の透気係数が総じて N より大きいのは、亀裂が透気の支配的要因であるためと考えられる。

4. まとめ

普通ポルトランドセメントおよび高炉セメント B 種を用いたコンクリート柱部材を作製し、コンクリートの養生方法および材齢が、柱部材の透気性、含水率および硬化組織に及ぼす影響を検討した結果、以下の(1)~(3)が明らかになった。

- (1) N を用いたコンクリートの養生方法としては、外部から水分を供給する養生方法が最も効果的であった。一方、BB を用いたコンクリートは乾燥を抑制する養生を行うことで十分な養生効果が得られた。
- (2) 水がかりのない環境においては、材齢の進行とともに透気係数は大きく、含水率は低くなる傾向にあり、強度レベルおよび使用環境が同じ場合には、透気係数と含水率に相関性が見受けられた。
- (3) BEI による表層部の硬化組織の観察により、N を用いたコンクリートでは硬化組織の緻密さが、BB を用いたコンクリートでは亀裂発生程度が、養生方法による透気係数の差異の主原因であると考えられる。

今後は、同じ配合および養生方法であっても水がかりの有無による使用環境の違いによって透気係数が異なることが報告されているため¹⁰⁾、硬化組織の観察を行っていく予定である。

謝 辞

本研究を行うにあたり、多くの実験を行った齊藤雅仁大学院生、澤本研究室の学生ならびに RC 構造物総合実習 I の非常勤講師の先生方、授業を履修した学生に多大なるご協力を頂きました。

文 献

- 1) R. J. Torrent : A two-chamber vacuum cell for measuring the coefficient of permeability to air of the concrete cover on site, *Materials and Structures*, Vol.25, No.150, pp.358-365 (1992)
- 2) 半井健一郎, 蔵重勲, 岸利治 : かぶりコンクリートの透気性に関する竣工検査スイスにおける指針一, *コンクリート工学* Vol.49, No.3, pp.3-6 (2011)
- 3) 山崎順二ほか : 実大コンクリート壁における各種の透気性試験に関する共通試験, *日本建築学会構造系論文集*, Vol.83, No.746, pp.515-525(2018)
- 4) 林和彦, 細田暁 : 表面吸水試験によるコンクリート構造物の表層品質の評価方法に関する基礎的研究, *土木学会論文集 E2*, Vol.69, No.1, pp.82-97 (2013)
- 5) 家辺麻里子ほか : 表層透気試験による養生条件を変化させた中規模柱試験体の表層品質詳細把握, *コンクリート工学年次論文集*, Vol.33, No.1, pp.659-664(2011)
- 6) 太田健司ほか : 実構造物コンクリート表層品質に日射が与える影響に関する一考察, *土木学会第 67 回年次学術講演会*, V-047, pp.93-94(2012)
- 7) 彌永育代, 豊福俊泰, 高橋典子 : 透気性・透水性試験によるコンクリートの塩分浸透性・中性化の診断法に関する研究, *土木学会西部支部研究発表会講演概要集*, pp.699-700 (2014)
- 8) 井上翠ほか : 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, *セメント・コンクリート論文集*, Vol.68, pp.345-351(2014)
- 9) 門井康太ほか : 高炉セメント B 種を用いたコンクリートの養生方法の相違が透気性・透水性および表面硬さに及ぼす影響, *コンクリート工学年次論文集*, Vol.39, No.1, pp.1981-1986(2017)
- 10) 齊藤雅仁ほか : コンクリート柱部材の透気性に及ぼす養生方法および使用環境の影響, *セメント・コンクリート論文集*, Vol.72, pp.270-276(2018)
- 11) 齊藤雅仁ほか : コンクリート柱部材の透気性に及ぼす配合および養生方法の影響, *セメント・コンクリート論文集*, Vol.73, pp.266-271(2019)
- 12) 伊代田岳史ほか : 高炉コンクリートの耐久性における養生敏感性, *コンクリート工学年次論文集*, Vol.30, No.1, pp.111-116(2008)

論文 Article

初期の水中養生が材齢5年を経過したコンクリートの品質に及ぼす影響

原稿受付 2020 年 6 月 10 日

ものづくり大学紀要 第 10 号 (2020) 8 ~ 13

澤本武博^{*1}, 辻正哲^{*1}, 坂本大河^{*2}, 舌間孝一郎^{*3}^{*1} ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*2} ものづくり大学大学院 ものづくり学研究所^{*3} 前橋工科大学 工学部 社会環境工学科

Effect of Preliminary Underwater Curing on Property of Concrete at age of 5 years

Takehiro SAWAMOTO^{*1}, Masanori TSUJI^{*1}, Taiga SAKAMOTO^{*2} and Koichiro SHITAMA^{*3}^{*1} Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*2} Graduate School of Technologists, Institute of Technologists^{*3} Dept. of Civil and Environmental Engineering, MAEBASHI Institute of Technology

Abstract

The paper on relation between preliminary moist curing and compressive strength of concrete written by Walter. H. Price is widely known. In the paper written by Price, when the moist curing is stopped, the rate of strength gain slows down as water is lost from the concrete, and further strength gain soon ceases. However, it was experimented about 70 years ago, and that concrete material was different from present one. In this study, the effects of preliminary moist curing period on the strength development of concrete until the age of 5 years were examined with present materials. As a result, a 3-day period of underwater curing allowed the concrete to reach 70% of the potential 5-year strength which could be achieved with continuous underwater curing. A 7-day period of underwater curing could allow the concrete to reach 75% of the potential 5-year strength which could be achieved with continuous underwater curing. A 28-day period of underwater curing could allow the concrete to reach 80% of the potential 5-year strength which could be achieved with continuous underwater curing. In case of long age, a 3-day period of underwater curing allowed the concrete to reach 100% of potential 28-day strength which could be achieved with continuous underwater curing.

Key Words : Concrete, Preliminary curing, Underwater curing, Long age, Compressive strength, Coefficient of carbonation velocity

1. はじめに

コンクリートの強度発現と初期の湿潤養生期間の関係として、1951年に米国でWalter.H.Price(以下、Priceと称す)が発表した論文¹⁾が世界的に用いられ、現在でもほとんどの文献や教科書にPriceが発表したグラフが採用されている^{2,3,4)}。Priceの論文は70年程度前のコンクリートに関するものであり、使用材料や配合など現在のコンクリート

とは大きく異なる。

そのため、著者らは、水セメント比70%~31%のコンクリートについて、Priceの論文と同じ初期養生期間の条件で圧縮強度試験を行い、図1に示した結果を得ている⁵⁾。初期の水中養生期間が圧縮強度に及ぼす影響では、材齢180日まで絶えず水中養生した場合と比較すると、いずれの配合においても、初期の水中養生期間が3日間では80%程度、7日間では90%程度、28日間では100%程

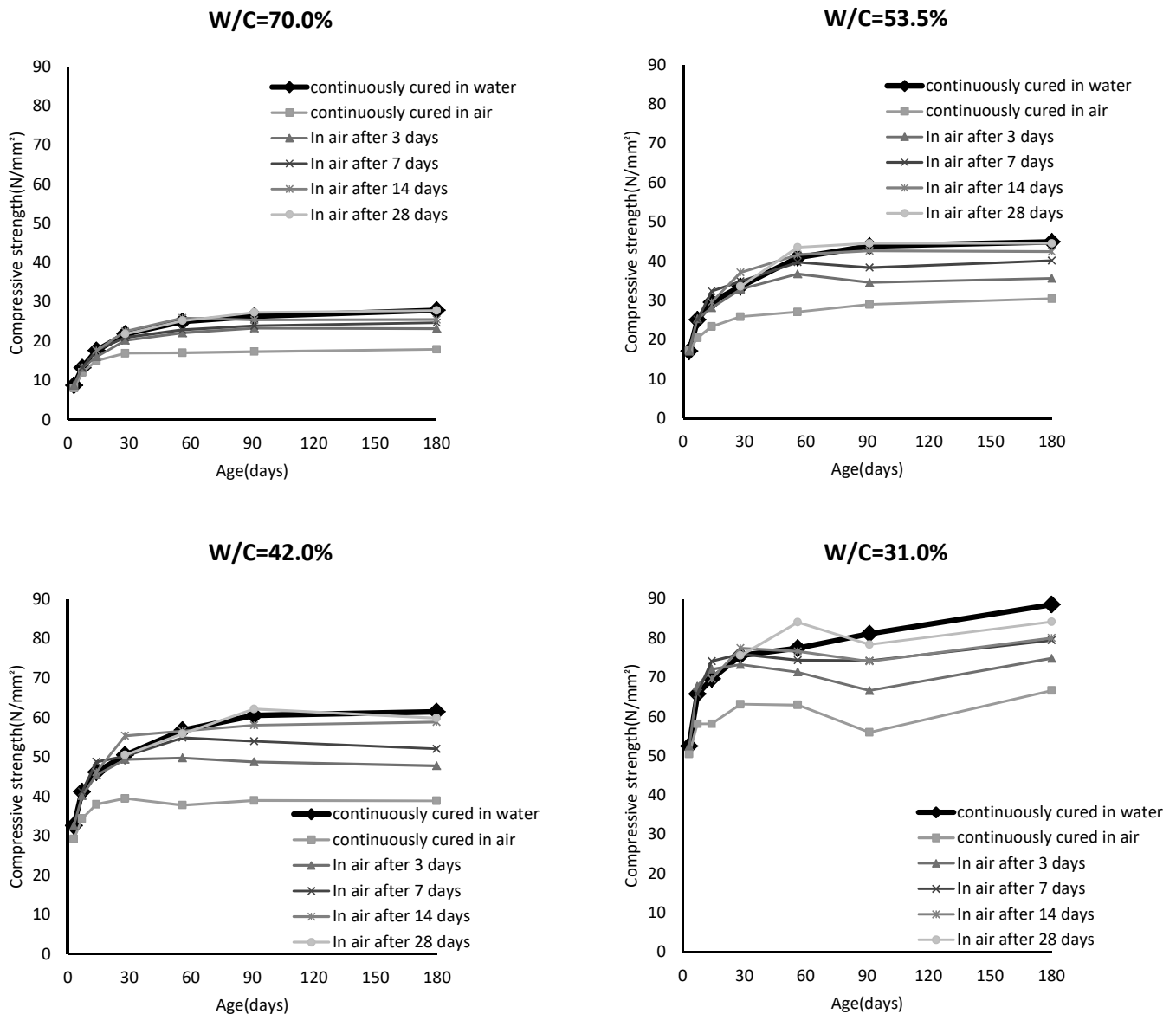


Fig. 1 Effect of preliminary underwater curing on compressive strength of concrete⁵⁾

度となることを明らかにした。

本研究では、水セメント比 70%および 42%の 2 種類のコンクリートについて、材齢 1 年および 5 年の実験結果を追加して、長期材齢における初期の水中養生期間の影響について検討した。また、水セメント比 70%のコンクリートについて、材齢 5 年における中性化深さを測定し、初期の水中養生期間と中性化速度係数の関係について検討した。

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

Table 1 Mix proportion of concrete

W/C (%)	Slump (cm)	Air content (%)	Unit content(kg/m ³)				
			W	C	S	G	Ad
70.0	12±2.5	4.5±1.5	171	245	895	958	2.94
42.0	18±2.5	4.5±1.5	170	405	791	935	4.05

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、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%）を用いた。混和剤としては、水セメント比 70%の場合には AE 減水剤を、42%の場合には高性能 AE 減水剤を用いた。

コンクリートの配合を表 1 に示す。スランプ試験および空気量試験結果は、水セメント比 70%の

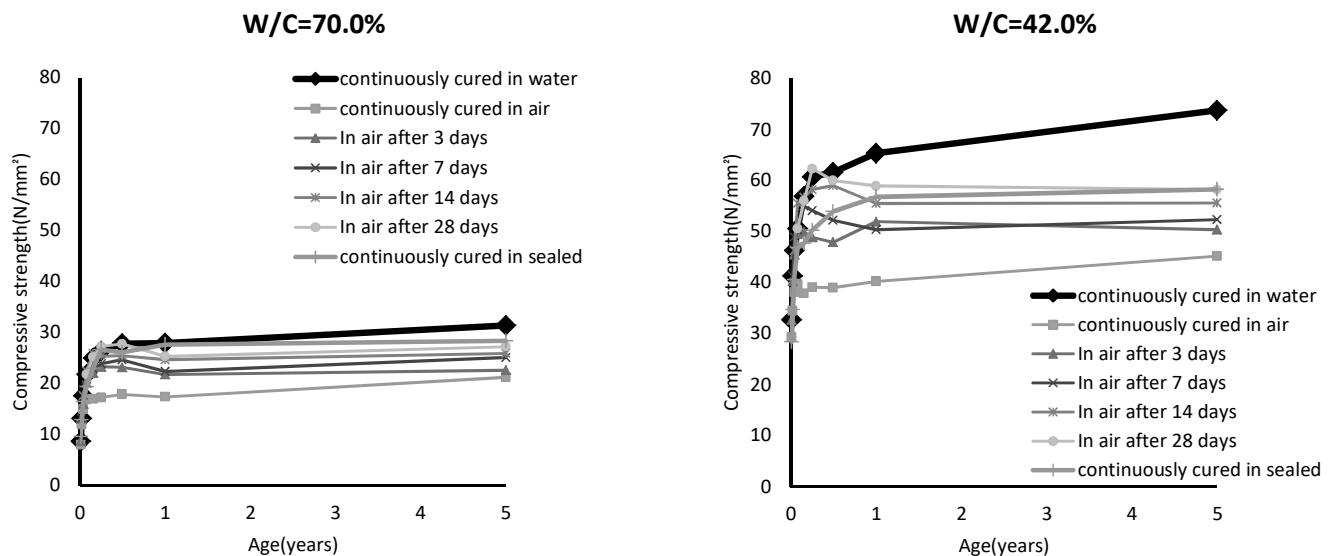


Fig. 2 Effect of preliminary underwater curing on compressive strength of concrete

コンクリートで 12.0cm および 5.3%, 42%のコンクリートで 18.5cm および 3.1%であった。

2.2 供試体の作製

実験に用いた供試体は、 $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱とした。Price の実験では $\phi 150 \times 300\text{mm}$ の円柱を使用しているが、本研究では現在一般的に使用されている供試体寸法とした。コンクリートは実機練りとし、トラックアジテータで搬入した。コンクリートの打込み締固めは、現行の JIS A 1132 に準じて行った。

2.3 供試体の養生

コンクリートの脱型は、材齢 1 日で行った。本研究では、コンクリートの湿潤養生として、一般的な水中養生を採用した。初期養生期間の条件としては、Price の論文に準じ水中養生から気中養生に切り変える材齢を 3 日、7 日、14 日、28 日と変化させる場合、脱型後試験材齢まで絶えず水中養生を行う場合および試験材齢まで絶えず気中養生を行う場合について実験を行った。さらに、Price の論文には記載がないが、型枠を試験材齢まで存置しておく封かん養生についても実験を行った。なお、水中養生は温度 20°C 、気中養生および封かん養生は温度 20°C ・相対湿度 60%の雰囲気下で行った。

2.4 圧縮強度試験および質量変化の測定

圧縮強度試験は JIS A 1108 に準じて行うこととし、各養生条件・材齢において、それぞれ 3 本ず

つの供試体を使用した。なお、圧縮強度試験における供試体の端面処理は、機械研磨により行った。

質量変化の測定では、それぞれ脱型直後の質量および圧縮強度試験直前（端面処理の直前）の質量を測定し、水中養生による質量の増加および気中養生による質量の減少の程度を求めた。

2.5 中性化深さ試験

中性化深さ試験は JIS A 1152 に準じて行うこととし、水セメント比 70%のコンクリートの各養生条件の材齢 5 年において、JIS K 8001 に規定されているフェノールフタレイン溶液を、それぞれ 3 本ずつの割裂面（計 6 断面）に噴霧して行うこととした。測定箇所は、割裂面の両側 5 箇所ずつ（供試体中央部から 10mm ずつ離して 5 箇所）の合計 10 箇所とし、6 断面の合計 60 箇所の平均値を中性化深さとした。

3. 実験結果および考察

3.1 初期の水中養生が圧縮強度に及ぼす影響

初期の水中養生期間がコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響を図 2 に示す。絶えず水中養生を行った場合には、水セメント比 70%のコンクリートに比べて、42%のコンクリートの方が、材齢 1 年、さらには材齢 5 年と長期材齢に強度増加が見受けられた。これは、低水セメント比の方が水和に必要な水分が練混ぜ水では足りないため、外部から

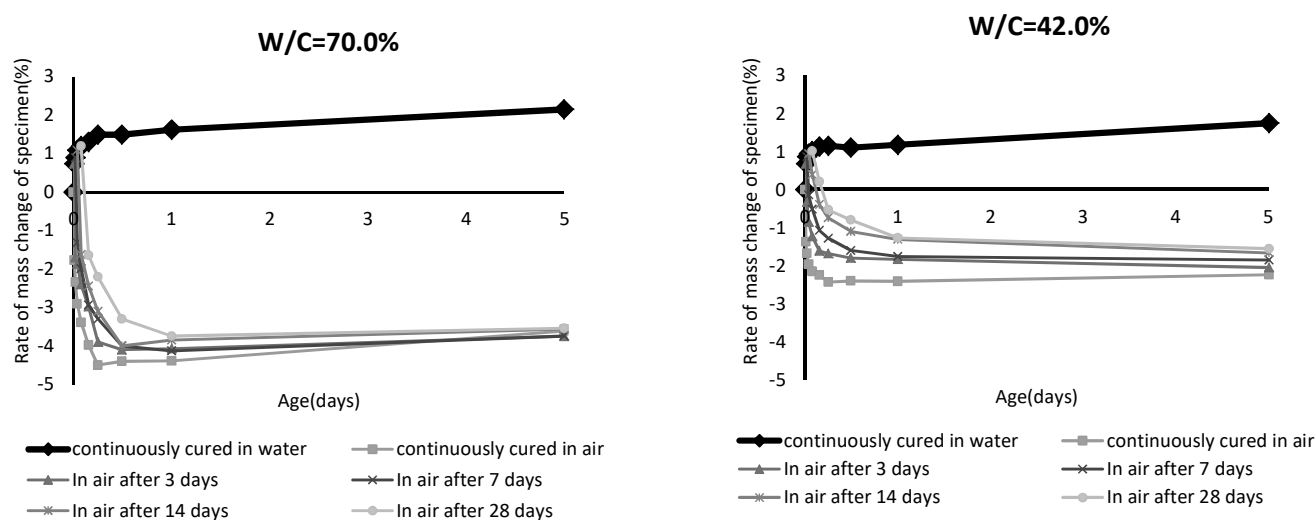


Fig. 3 Effect of preliminary underwater curing on mass change of concrete

の水分供給により水和反応が進むためと考えられる。

絶えず封かん養生を行った場合には、水セメント比 70%のコンクリートは水和に必要な水分が練混ぜ水で足りるため、水中養生を行った場合に比べて若干の強度低下で収まっているが、42%の場合には水和に必要な水分が供給されないため、材齢に伴う強度増加は小さかった。

絶えず気中養生を行った場合、また初期の水中養生を行った場合にも、水セメント比 70%のコンクリートに比べて、42%の方が水中養生に比べてかなり強度が小さくなった。

初期の水中養生期間がコンクリートの質量変化に及ぼす影響を図 3 に示す。質量変化については、水中養生を行うことで 2%程度の増加、気中養生を行うと水セメント比 70%で 4%程度の減少、水セメント比 42%で 2%程度の減少であった。

3.2 初期の水中養生とポテンシャル強度の関係

各材齢のポテンシャル強度（絶えず水中養生した場合）に対するそれぞれの初期の水中養生期間における圧縮強度比を図 4 に示す。絶えず封かん養生を行った場合には、水セメント比 70%では材齢 1 年まで、絶えず水中養生を行った場合と同程度の圧縮強度となり、材齢 5 年においても 90%程度であった。一方、水セメント比 42%では、絶えず水中養生を行った場合に比べて 80%程度に留まった。

気中養生を行った場合には、いずれの配合にお

いても、材齢が 1 年を超えると絶えず水中養生を行った場合に比べて 60%程度となった。

初期の水中養生を行った場合には、水中養生期間が長いほど、絶えず水中養生を行った場合に近づく傾向にはあるが、材齢 5 年になると、初期の水中養生期間が 3 日間では 70%程度、7 日間では 75%程度、28 日間では 80%程度となった。なお、水セメント比 70%の方が若干初期の水中養生の効果が大きかった。

3.3 初期の水中養生期間と管理強度の関係

管理強度（絶えず水中養生した材齢 28 日）に対するそれぞれの初期の水中養生期間における圧縮強度比を図 5 に示す。材齢 5 年になると、たえず封かん養生で 120%程度、絶えず気中養生であっても 90%程度の圧縮強度となった。

初期の水中養生を 3 日間行くと、材齢 5 年では管理強度と同程度の圧縮強度となり（材齢 180 日から同程度）、土木学会コンクリート標準示方書⁶⁾や日本建築学会 JASS5⁷⁾に示されている普通コンクリートで湿潤養生 5 日間以上、高強度コンクリートで 3 日間以上行うという記載にも合致する。さらに、初期の水中養生を 28 日間行くと材齢 5 年においては管理強度の 120%程度となった。また、3.2 と同様に、水セメント比 70%の方が 42%に比べて、若干初期の水中養生の効果が大きかった。

3.4 初期の水中養生と中性化速度係数の関係

各供試体の中性化深さを比較した様子を図 6 お

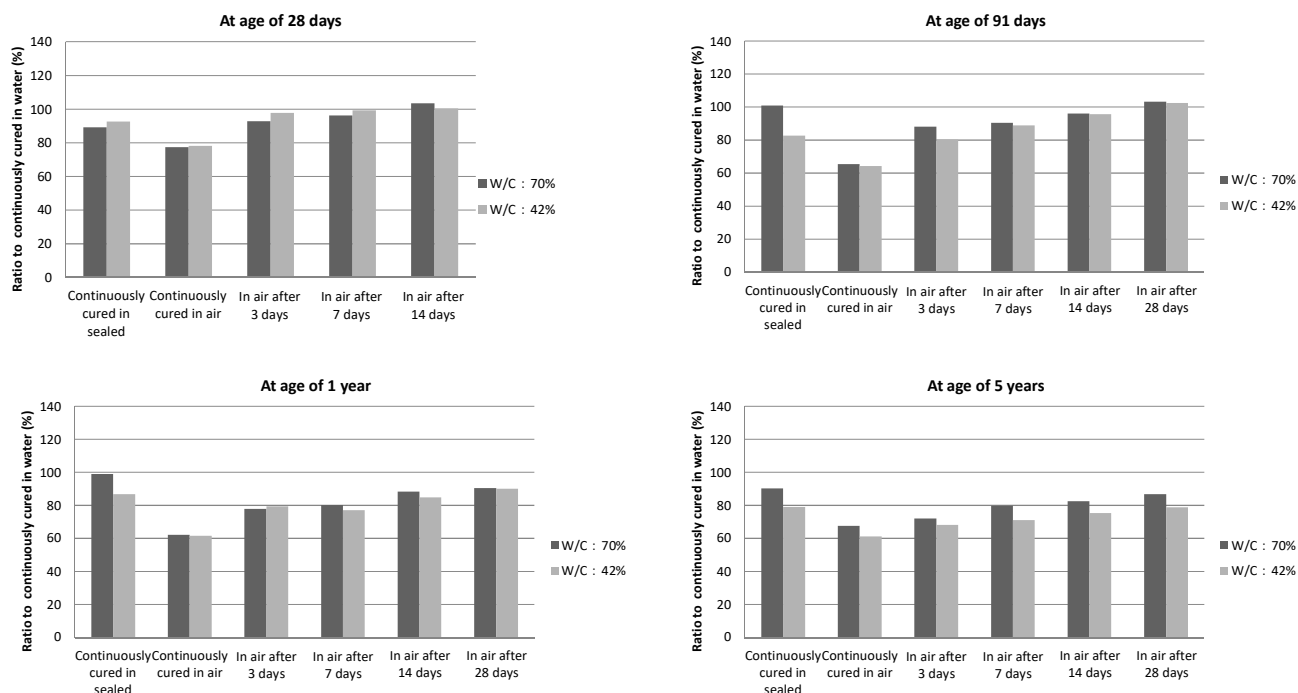


Fig. 4 Ratio to continuously cured in water

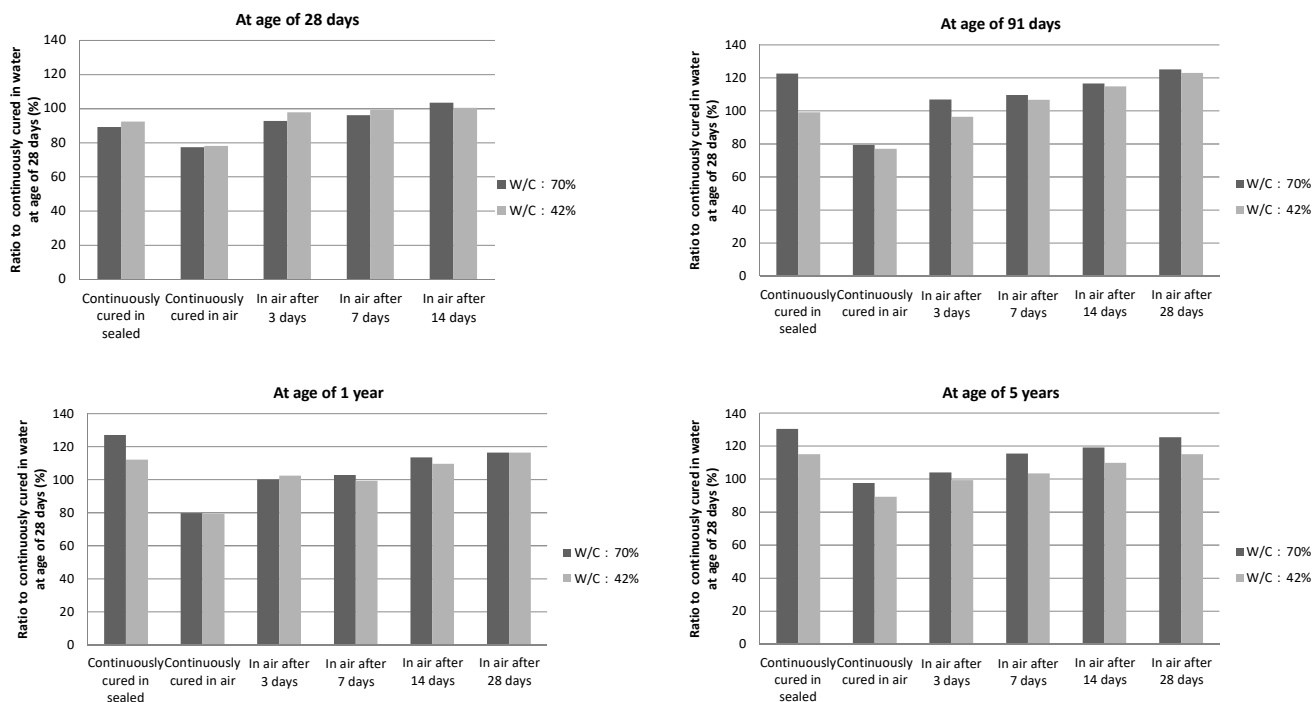


Fig. 5 Ratio to continuously cured in water at age of 28 days

よび図7に示す. 左から絶えず気中養生, 初期の水中養生期間3日~28日の順であり, 初期の水中養生期間が長期間になるほど中性化深さは浅くなり, 絶えず気中養生の場合で33mm程度, 初期の水中養生期間が28日の場合で20mm程度となつ

た. これらの中性化深さを用いて, 中性化深さは経過時間の平方根に比例することにより中性化速度係数をまとめると, 図8になる.

圧縮強度と中性化速度係数の関係を図9に示す. 圧縮強度が大きくなるほど中性化速度係数は小さ

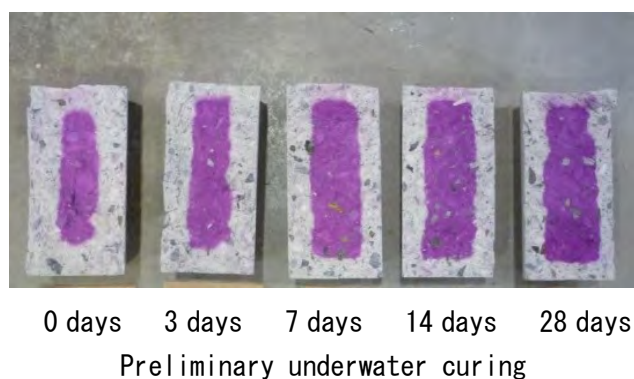


Fig. 6 Picture of carbonation depth of concrete

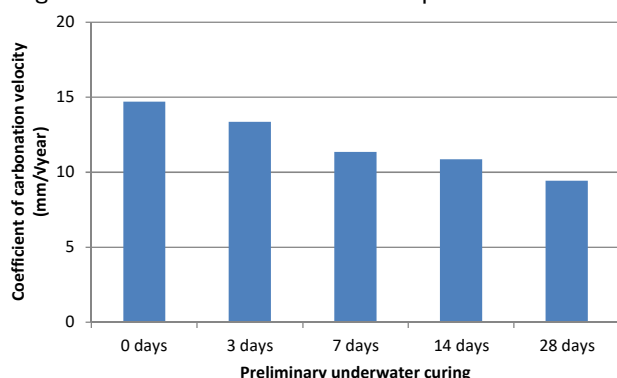


Fig. 8 Effect of preliminary underwater curing on coefficient of carbonation velocity

くなる傾向にあり，初期の養生期間の違いによる圧縮強度と中性化速度係数の相関性は高くなった。

4. まとめ

現在のコンクリートについて，Price の論文と同じ初期養生期間の条件で，コンクリートの長期材齢における圧縮強度に及ぼす影響を検討した結果，以下の(1)～(4)が明らかとなった。

- (1) 気中養生を行った場合には，材齢が1年を超えると絶えず水中養生を行った場合に比べて60%程度となった。
- (2) 初期の水中養生期間が圧縮強度に及ぼす影響では，絶えず水中養生を行った場合に比べて，材齢5年において，初期の水中養生期間が3日間では70%程度，7日間では75%程度，28日間では80%程度となった。
- (3) 初期の水中養生を3日間行くと，長期材齢(材齢180日～5年)になると管理強度(絶えず

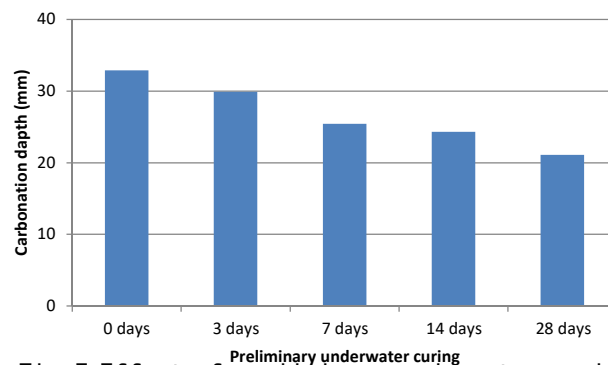


Fig. 7 Effect of preliminary underwater curing on carbonation depth of concrete

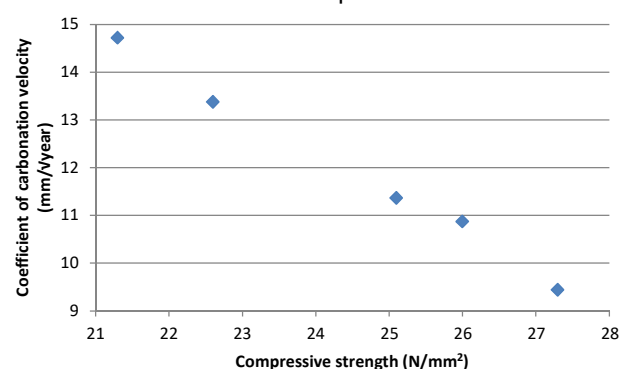


Fig. 9 Relation between coefficient of carbonation velocity and compressive strength

水中養生した材齢28日)と同程度の圧縮強度となった。

- (4) 初期の水中養生期間の違いによる圧縮強度と中性化速度係数の相関性は高かった。

文 献

- 1) Walter.H.Price: Journal of the American Concrete Institute No.47, pp.417-432(1951)
- 2) Sidney Mindess, J. Francis Young, David Darwin: Concrete Second Edition, pp.287-288(2003)
- 3) 樋口芳郎, 辻幸和, 辻正哲: 建設材料学 (第六版), p.91(2005)
- 4) 三橋博三, 大濱嘉彦, 小野英哲: 建築材料学 (初版), 共立出版, pp.74-76(2007)
- 5) 澤本武博ほか: 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, Vol.67, pp.311-317(2014)
- 6) 土木学会: 2017年制定コンクリート標準示法書[施工編], 丸善, pp.125-126(2018)
- 7) 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, 技報堂, pp.26-27(2018)

論文 Article

高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの化学抵抗性に関する研究

原稿受付 2020 年 6 月 9 日

ものづくり大学紀要 第 10 号 (2020) 14 ~ 20

坂本大河^{*1}, 澤本武博^{*2}, 井手一雄^{*3}, 高橋直希^{*3}, 塚本師子^{*4}, 渡辺智^{*5}^{*1} ものづくり大学大学院 ものづくり学研究科^{*2} ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*3}(株)フジタ 技術センター 土木研究部^{*4}(株)太平洋コンサルタント セメントコンクリート営業部^{*5}(株)太平洋コンサルタント 分析技術部

A Study on Resistance for Chemical Action of Concrete Contained Blast Furnace Slag Fine Aggregate

Taiga SAKAMOTO^{*1}, Takehiro SAWAMOTO^{*2}, Ichio IDE^{*3}, Naoki TAKAHASHI^{*3},
Noriko TSUKAMOTO^{*4} and Satoshi WATANABE^{*5}^{*1} Graduate School of Technologists, Institute of Technologists^{*2} Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*3} Fujita Corporation.^{*4, *5} Taiheiyo Consultant.

Abstract

In this study, resistance for chemical action of concrete contained blast furnace slag fine aggregate was examined by soaking specimens in sulfuric acid solution and hydrochloric acid solution. As a result, the concrete contained blast furnace slag could make hard layer of calcium sulfate dehydrate on the concrete surface when the specimen was soaked in the sulfuric acid solution. Therefore, the hard layer reduced carbonation of the concrete. Also carbonation of the concrete contained blast furnace slag could be reduced when the specimen was soaked in the hydrochloric acid solution. It is considered that soft layer between cement paste and aggregate is hard because of latent hydraulic property of the blast furnace slag fine aggregate.

Key Words : Blast furnace slag fine aggregate, Sulfuric acid, Hydrochloric acid, Carbonation, Analysis

1. はじめに

コンクリートの化学的浸食には、硫酸および塩酸などがある。硫酸は下水道関連施設¹⁾、塩酸はダムや化学工場などの水に関連性が高いところにコンクリート構造物の劣化を引き起こす。

硫酸劣化は、まず、下水中に含まれる硫酸塩が硫酸塩還元菌により還元され、硫化水素が発生す

る。換気のできない空間では、硫化水素がコンクリート壁面に再溶解し、硫酸化細菌により、酸化され硫酸が発生する。そして、主にコンクリート中の水酸化カルシウムが硫酸と反応し二水石膏を生成する。その二水石膏がアルミン酸三カルシウムと反応し、エトリンガイトを生成することで、コンクリートを膨張させ劣化に繋がる。そのため、近年研究が進んでいる高炉スラグ細骨材を用いて

Table 1 Mix proportions of concrete and test results of fresh concrete

Sign	Cement	W/B (%)	Unit content(kg/m ³)								Agent (1)* (B × %)	Agent (2)* (B × %)	Agent (3)* (B × %)	Agent (4)* (B × %)	Test results of fresh concrete		
			W	B		S		G	LS	Slump (cm)					Air (%)	Temperature (°C)	
				C	F	CS	BFS										
N+CS	N	55	175	318	—	897	—	897	—	0.7	—	0.2	—	10.5	4.3	25.3	
M+F+CS	M	55	175	255	64	889	—	889	—	—	0.2	2.0	—	12.0	4.7	19.9	
M+F+BFS	M	55	175	255	64	—	892	889	—	—	0.5	—	0.1	8.5	5.1	18.2	
M+F+BFS+LS	M	55	175	255	64	—	740	889	153	—	0.4	0.4	—	9.5	3.4	16.2	

*Agent: (1) High performance AE water reducing agent (2) AE water reducing agent (3) Auxiliary agent (4) Anti-foaming agent

Table 2 Chemical composition of BFS

(%)						
CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	S	FeO	SO ₃
42.64	34.88	14.80	5.37	0.87	0.49	0.01

Fig. 1 Calcium sulfate dehydrate and mortar surface⁵⁾

硫酸による劣化を抑制することが検討されている^{2,3)}。高炉スラグ細骨材を使用したモルタルは図 1 のように二水石膏の剥落が抑制され、耐硫酸性が向上し、高炉スラグ細骨材内のカルシウムやマグネシウムなどの溶出でできる空間が膨張力を緩和するといわれている⁴⁾。しかし、高炉スラグ細骨材を使用したコンクリートにおける耐硫酸性向上のメカニズムを裏付けるには不十分であり、現在研究段階である。

一方、塩酸劣化はコンクリート中のカルシウム分と塩酸が化学反応を起こすことで可溶性の塩化カルシウムを生成し、それが溶出することで劣化する。そのため、化学抵抗性の高いセメントを用いた研究は多いものの、塩酸劣化に対してスラグ骨材を研究した例はほとんどない。

本研究では、化学抵抗性の高いセメント、混和材および高炉スラグ細骨材を組み合わせたコンクリートの硫酸および塩酸に対する抵抗性を、浸漬試験を行い検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

コンクリートの配合を表 1 に示す。セメントには、普通ポルトランドセメントおよび化学抵抗性の高い中庸熱ポルトランドセメントを、混和材にはフライアッシュを用い、コンクリートの水結合

材比は一般的な 55% に統一した。細骨材には、砕砂、高炉スラグ細骨材および石灰石微粉末を用いた。以下、普通ポルトランドセメントを N、中庸熱ポルトランドセメントを M、フライアッシュを F、砕砂を CS、高炉スラグ細骨材を BFS および石灰石微粉末を LS と称す。BFS の化学組成を表 2 に示す。また、粗骨材にはいずれの配合においても碎石を用いた。なお、いずれの配合も、目標スランプを $10 \pm 2.5\text{cm}$ 、空気量を $4.5 \pm 1.5\%$ とした。

2.2 浸漬試験

浸漬試験は硫酸または塩酸の濃度を 5% とした溶液に $100 \times 100 \times 100\text{mm}$ のコンクリート供試体を浸漬し、1 週間ごとに質量と pH の測定を行った。浸漬方法は N+CS、M+F+CS、M+F+BFS、M+F+BFS+LS の 4 種類を個別容器に分け、硫酸または塩酸に 5 週間浸漬することとした。また、コンクリート供試体の寸法の測定を浸漬試験前後で実施し、体積変化を検討した。そして、浸漬試験終了後、乾燥させた供試体を切断し、フェノールフタレイン溶液を噴霧して、中性化深さの測定を行った。実験の手順を図 2 に示す。

2.3 浸漬溶液の分析

濃度 5% の硫酸または塩酸に供試体を 5 週間浸漬した溶液をろ紙(5 種 B, 110mm)でろ過後、希釈して濃度 1% の硝酸酸性の測定溶液を作製した。そして、ICP 発光分光分析装置を用いて、検量線法により浸漬溶液中に含まれるカルシウム(Ca)、

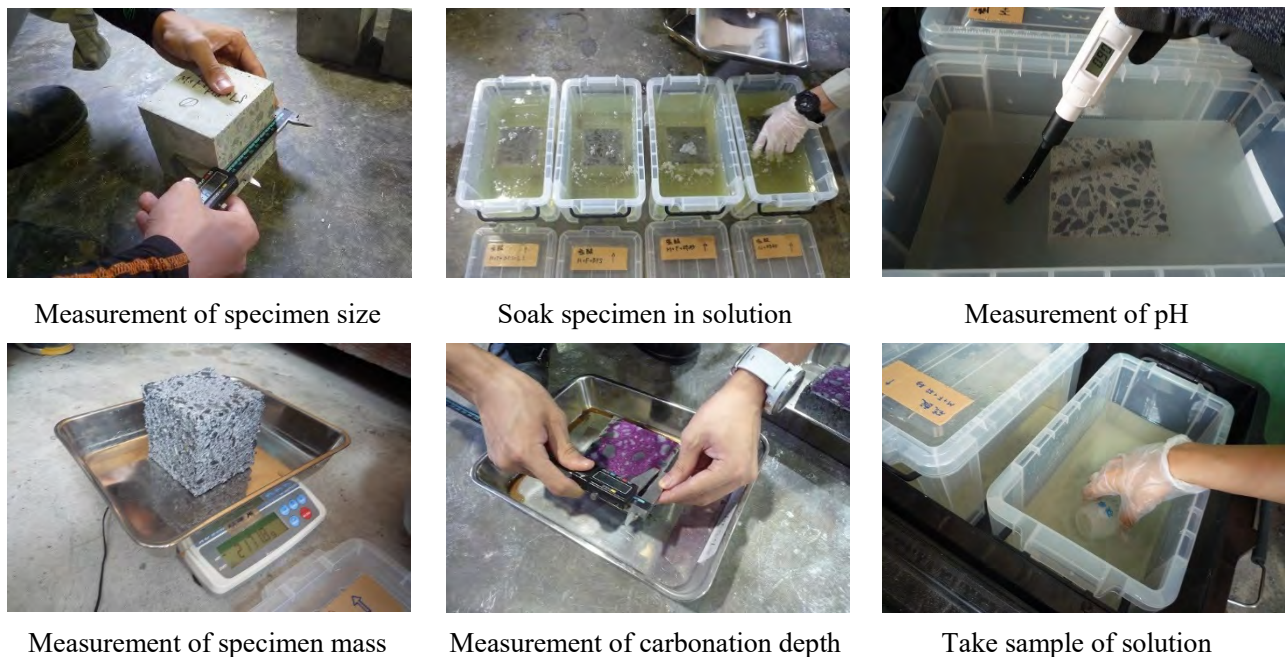


Fig. 2 Experimental process

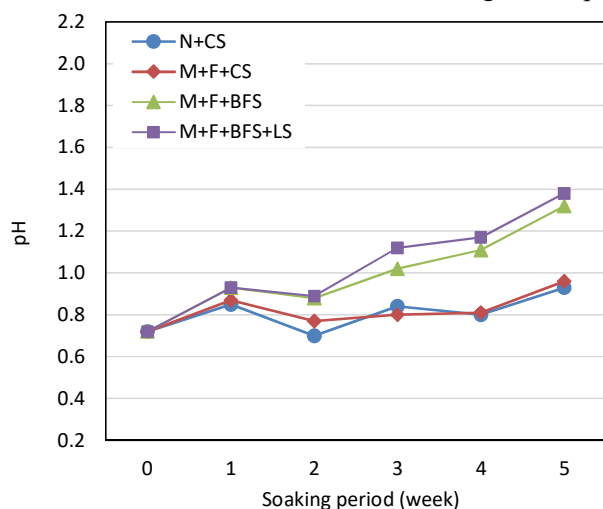


Fig. 3 Change in pH of sulfuric acid solution

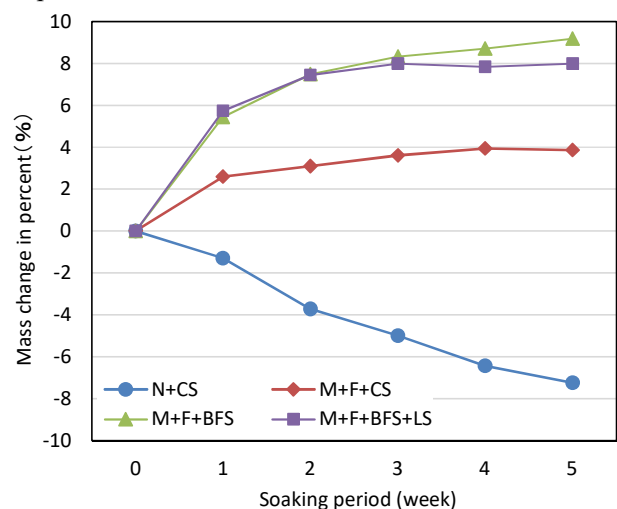


Fig. 4 Mass change of specimen in sulfuric acid solution

ケイ素(Si), アルミニウム(Al)およびマグネシウム(Mg)の4種類の元素濃度を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 硫酸浸漬試験結果

硫酸溶液の pH の変化を図 3 に示す。pH は供試体のアルカリ成分が溶出することで、浸漬期間に伴い高くなり、BFS を用いた場合に顕著であった。これは、BFS の構成成分が溶出したためと考えられる。

供試体の質量変化を図 4 に示す。硫酸の作用を受けると、コンクリート中の水酸化カルシウムと硫酸が反応し不溶性の二水石膏を生成するが、N+CS は、脆弱な二水石膏のため時間とともに剥がれ落ち、質量が減少したと考えられる。M+F+CS は、質量が若干大きくなっているが変化は小さかった。これは、化学抵抗性に強いセメントを用いたことで、二水石膏の生成が抑制されたことが考えられ、浸漬期間内では剥がれ落ちなかったと推測する。一方、BFS を用いることで、質量が 8~9% 程度増加した。そして、質量変化率は、日本下水

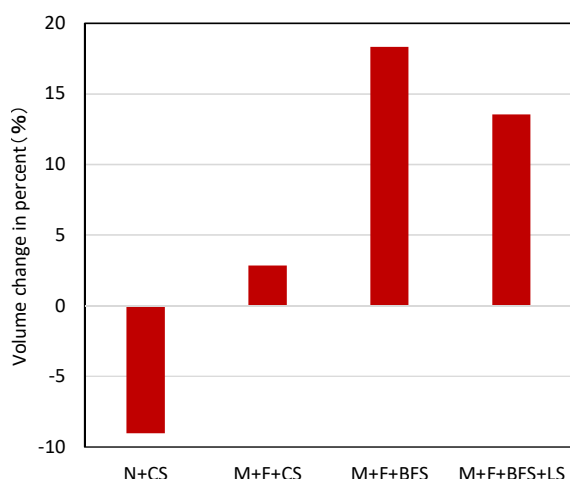


Fig. 5 Volume change of specimen in sulfuric acid solution

道事業団の耐硫酸試験の質量変化率の基準値±10%の範囲内であった¹⁾。これは、強固な二水石膏の層が生成され、コンクリート表面から剥がれ落ちないためと考えられる。

供試体の体積変化を図5に示す。N+CSは、供試体の寸法が9%程度小さくなり、生成した二水石膏が剥がれ落ちたことによると考えられる。M+F+CSは質量と同様に若干大きくなるが、その変化は小さい。BFSを用いると強固な二水石膏を生成することで寸法が15%程度大きくなった。

硫酸浸漬において図6のように二水石膏の層が供試体の一部として構成されている。N+CSおよびM+F+CSには、この二水石膏層が目視では確認できなかったため、通常の方法で中性化深さを測定し、BFSを用いたものは二水石膏層を除外した値とした。供試体の中性化深さを図7に示す。打込み面、側面、底面いずれもM+F+BFSが最も中性化深さは小さくなった。これは、BFSを用いることで強固な二水石膏を形成するためと考えられる。一方、LSを用いると逆効果になる結果となった。また、M+F+CSは中性化深さが最も大きくなった。これは、供試体の質量および体積が増加していたが、二水石膏層は確認できなかったため、供試体内部で二水石膏が成長していたと考えられ、その膨張分が質量および体積に加算されたと推測した。また、N+CSは体積の減少が大きかったため供試体の健全部は小さくなっていると考えられる。このことから長期に渡り硫酸が作用する環境

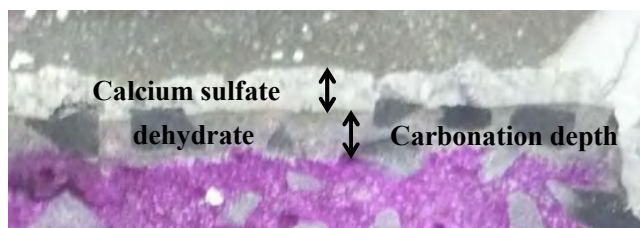


Fig. 6 Layer of calcium sulfate dehydrate and carbonation depth

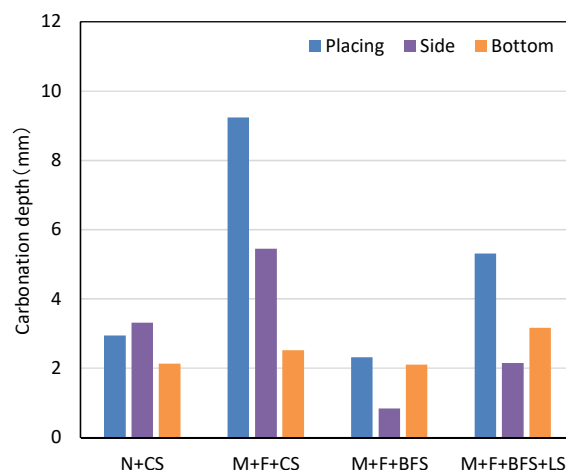


Fig. 7 Carbonation depth of specimen in sulfuric acid solution

においては、BFSを用いることで生成される強固な二水石膏がバリアになり、中性化が抑制されると考えられる。

硫酸溶液の分析結果を表3および図8示す。BFSを用いたものは砕砂を用いたものと比べ、BFSに多く含まれるケイ素、アルミニウムおよびマグネシウムの溶出が大きくなった。このことからBFS内のケイ素、アルミニウムおよびマグネシウムの溶出でできる空間が、二水石膏生成の際の膨張圧を緩和して、強固な二水石膏層を形成し、耐硫酸性を向上させたと考えられる⁴⁾。

3.2 塩酸浸漬試験結果

塩酸溶液のpHの変化を図9に示す。硫酸溶液と同様に供試体のアルカリ成分の溶出によるpHの変化が考えられたが、砕砂を用いた場合のpHの変化は小さくなった。一方、BFSを用いた場合では、pHの変化が大きくなり、BFSの構成成分の溶出によるものと考えられる⁵⁾。

供試体の質量変化を図10に示す。M+F+CSがN+CSより質量変化が少なく、化学抵抗性が高い

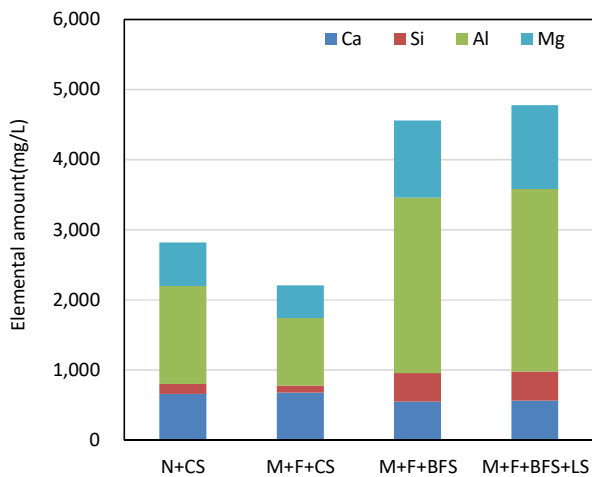


Fig. 8 Results of sulfuric acid solution analysis

Table 3 Results of sulfuric acid solution analysis

Sign	Ca	Si	Al	Mg
N+CS	660	140	1400	620
M+F+CS	680	100	960	470
M+F+BFS	550	410	2500	1100
M+F+BFS+LS	560	420	2600	1200

セメントの使用に加え、混和材の置換が影響していると推測する。一方、BFSを用いた場合には、質量減少が大きくなり、pHの変化と同様に、BFSの構成成分の溶出が原因であると考えられる。

供試体の体積変化を図11に示す。質量変化の結果とは異なり、体積変化率は±1%程度で、いずれの配合においても体積変化は小さかった。これは、供試体が形状を保ったまま、内部に空隙が生じたことによると考えられる。

供試体の中性深さを図12に示す。N+CSおよびM+F+CSの場合、供試体を切断する際にコンクリート表層部が崩れる現象が見受けられ、表層部が脆弱化し、中性化深さも10mm程度と大きく、劣化していた。一方、BFSを用いた場合は、供試体の質量減少が大きく、BFSの構成成分が溶出して空隙ができているため劣化が進行していると考えられたものの、中性化深さは5mm程度と小さかった。これは、BFSを用いることで細骨材の遷移帯が潜在水硬性により強固になり、遷移帯を通じて侵入してくる塩酸を抑制することに加え、BFSの構成成分の溶出による空隙がBFSと塩酸の作用により生成したシリカゲルで満たされることにより、塩酸の侵入を防ぎ、中性化の進行も抑制で

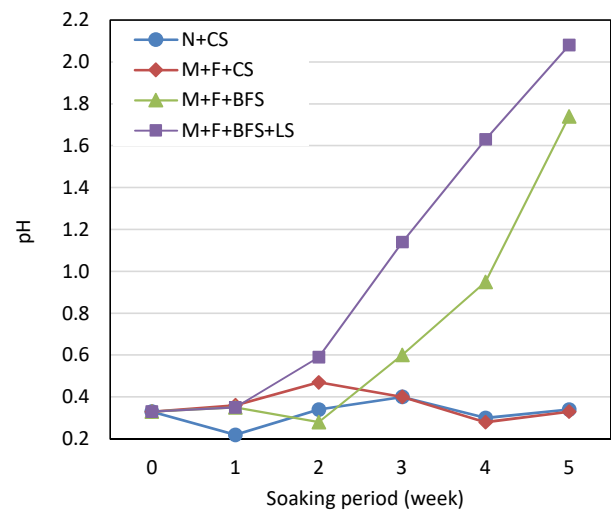


Fig. 9 Change in pH of hydrochloric acid solution

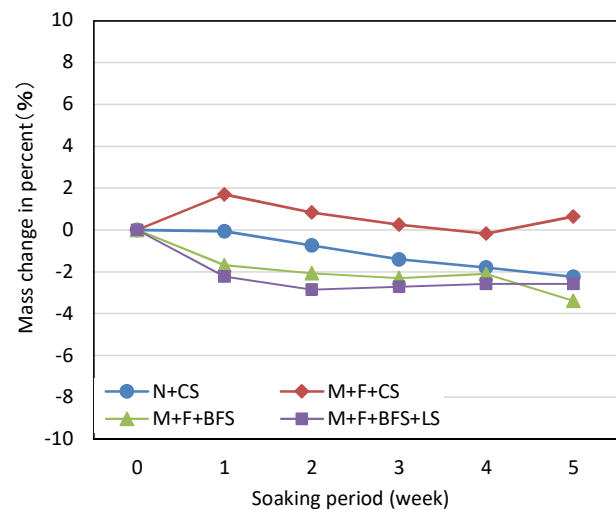


Fig. 10 Mass change of specimen in hydrochloric acid solution

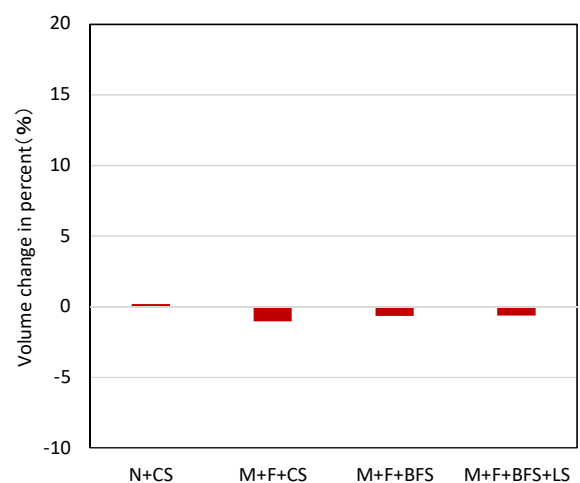


Fig. 11 Volume change of specimen in hydrochloric acid solution

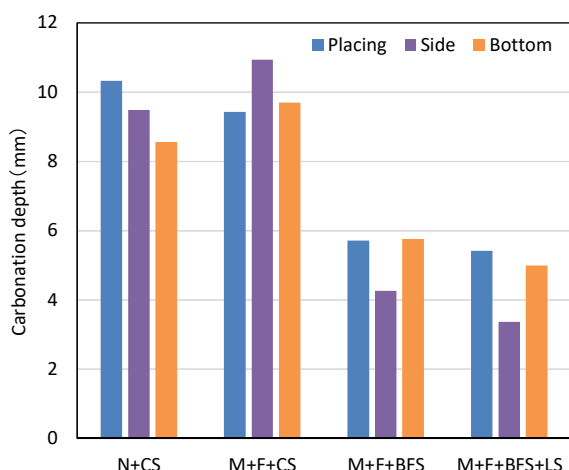


Fig. 12 Carbonation depth of specimen in hydrochloric acid solution

きたと考えられる。

塩酸溶液の分析結果を表 4 および図 13 に示す。BFS を用いたものは砕砂を用いたものと比べ、カルシウム、アルミニウムおよびマグネシウムの溶出が大きかった。いずれも BFS の化学組成の割合の高い元素である。BFS を用いることで、塩酸の作用を受ける場合に、コンクリート表層部が脆弱化しないこと、中性化が抑制される結果となったことのメカニズムの解明については、今後の課題とする。

4. まとめ

浸漬試験によるコンクリートの硫酸および塩酸に対する抵抗性を検討した結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 硫酸の作用を受ける場合は、BFS を用いることでコンクリート表層部に強固な二水石膏を形成し、バリアの役割を果たすことで、中性化を抑制できると考えられる。強固な二水石膏の層は、BFS に含まれるアルミニウム、マグネシウムおよびケイ素などが溶液中に溶出することで生じる空隙が二水石膏の膨張圧を緩和することによって考えられる。
- (2) 中庸熱ポルトランドセメント、フライアッシュおよび BFS を用いることで、硫酸および塩酸のいずれの作用を受ける場合でも中性化に対する抵抗性が向上した。

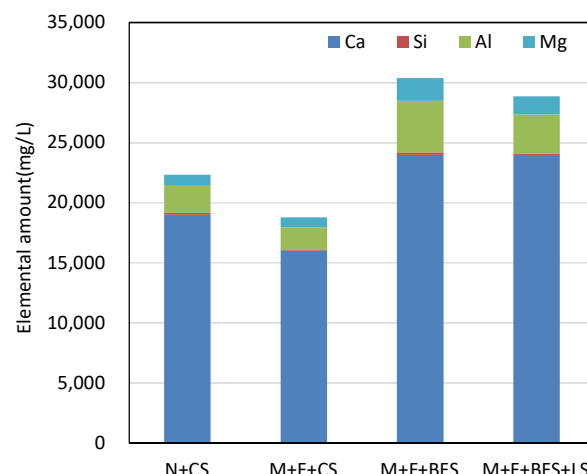


Fig. 13 Results of hydrochloric acid solution analysis

Table 4 Results of hydrochloric acid solution analysis

Sign	(mg/L)			
	Ca	Si	Al	Mg
N+CS	19000	160	2300	890
M+F+CS	16000	74	1900	830
M+F+BFS	24000	200	4300	1900
M+F+BFS+LS	24000	59	3300	1500

- (3) 塩酸の作用を受ける場合は、BFS を用いることで、コンクリート表層部が脆弱化せず、中性化が抑制された。これは、BFS を用いることで、細骨材の遷移帯が潜在水硬性により強固になり、遷移帯を通じて侵入してくる塩酸を抑制することや、BFS が塩酸の作用によりシリカゲルを生成し、コンクリート中の空隙を満たすことで塩酸の侵入を抑制することが考えられるが、メカニズムの解明については、今後の課題とする。

謝 辞

本研究を行うにあたり、ものづくり大学技能工学部建設学科澤本研究室の皆様にも多大なる御協力を賜りました。

文 献

- 1) 下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル：日本下水道事業団，2007
- 2) 綾野克紀，小河内誠，藤井隆史，入矢桂史郎：モルタルの耐硫酸性に細骨材の種類が及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.30，No.2，pp.559-564，2008

- 3) PAWEENA Jarivathitipong, 細谷多慶, 藤井隆史, 綾野克紀: 高炉スラグ細骨材によるコンクリートの耐硫酸性改善に関する研究, 土木学会論文集, Vol.69, No.4, pp.337-347, 2013
 - 4) 高橋直希, 井手一雄, 戸邊こころ, 澤本武博: 高炉スラグ細骨材を使用したセメント硬化体の耐硫酸メカニズムに関する検討, 日本コンクリート工学会, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, No.1, pp.645-650, 2018
 - 5) 藤井隆史ほか: 鉄鋼スラグ水和固化体の耐薬品性に関する研究, コンクリート工学年次論文集 Vol.29, No.2, pp.449-504, 2007
-

論文 Article

コンクリート床版の表層品質に及ぼす仕上げ時期の影響

原稿受付 2020 年 6 月 10 日

ものづくり大学紀要 第 10 号 (2020) 21 ~ 27

坂本大河^{*1}, 澤本武博^{*2}, 森濱和正^{*2}, 樋口正典^{*3}, 臺哲義^{*3}^{*1} ものづくり大学大学院 ものづくり研究科^{*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

Effects of Finish Timing on Surface Properties of Concrete Slab

Taiga SAKAMOTO^{*1}, Takehiro SAWAMOTO^{*2}, Kazumasa MORIHAMA^{*2},
Masanori HIGUCHI^{*3} and Akiyoshi DAI^{*3}^{*1} Graduate School of Technologists, Institute of Technologists^{*2} Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*3} SUMITOMO MITSUI Construction Co.,Ltd.

Abstract

The durability of concrete slab is apt to be influenced by finish timing of the concrete surface. Therefore, the finish timing which is considered the bleeding and the setting time of the concrete slab is very important. However, it is not obvious that relation between the finish timing and the surface properties of concrete. In this study, the effects of the finish timing on the surface properties of reinforced concrete slab with the normal portland cement were examined. As a result, the surface tensile strength fell about 80% when the concrete slab was finished during seeping bleeding water from the concrete surface. In case finishing agent was used, workability, the surface tensile strength and the rebound number could be making progress when the concrete slab was finished at initial set. The water absorption velocity of concrete surface was most slowly when concrete slab was finished at initial set, and the scratch width was smallest. The scaling velocity at early time was fast when the concrete slab was finished during seeping bleeding water from the concrete surface. However, the scaling velocity at late time didn't change due to the finish timing of the concrete slab.

Key Words : Concrete Slab, Finishng, Rebound number, Air permeability, Water absorption

1. はじめに

コンクリート床版を現場施工する場合、コンクリートの打込み後、日射による温度上昇などの影響による水分の急速な蒸発に伴いプラスチック収縮ひび割れの発生や表層部の強度低下が生じる場合がある。このため、コンクリート打込み後の仕上げや養生が表層部の品質に及ぼす影響は大きく、

適切な実施が重要となる。一般的に仕上げ作業はコンクリート表面を均一に粗ならしした後、ブリーディングが収まってから仕上げるとよいとされているが、仕上げ時期と硬化後の表層品質の関係については明らかになっていない^{1),2)}。

本研究では、普通ポルトランドセメントを用いた RC 床版の施工を想定し、仕上げ時期の違いが、表層品質に及ぼす影響について検討した。実験で

Table 1 Mix proportion of concrete and test results of fresh concrete

Cement	Fc	Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	Unit content(kg/m ³)					Test results of fresh concrete			Bleeding in percent (%)	Setting time test for concrete(h:m)	
					W	C	S	G	Ad	Slump (cm)	Air (%)	Temperature (°C)		Initial set	Final set
N	27	20	53.5	44.8	168	315	804	1001	3.78	13.5	4.5	23.8	2.48	6:15	8:45

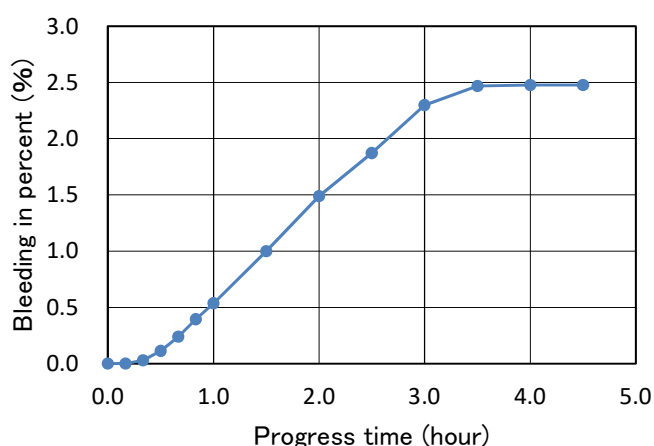


Fig. 1 Test results of bleeding of fresh concrete

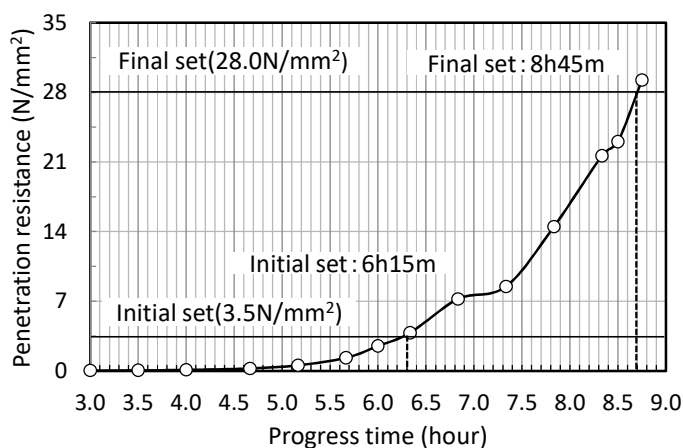


Fig. 2 Test results of setting time for concrete

は、コンクリートの打込み直後から凝結始発時期まで期間で、仕上げ作業を行う時期を4水準設定した。そして、仕上げ時期の違いが、表層品質に及ぼす影響について、引っかき傷試験、反発度試験、表層引張試験、表層透気試験、表面吸水試験およびスケリング試験を行い、適切な仕上げ時期の検討を行った。

2. 実験概要

2.1 床版試験体の作製

(1)コンクリートの使用材料および配合

セメントには普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材には栃木県栃木市尻内町産砂(表乾密度 2.61g/cm³)、粗骨材には栃木県栃木市尻内町産碎石(表乾密度 2.64g/cm³)を用いた。混和剤には、AE減水剤標準形I種を用いた。

コンクリートの配合およびフレッシュ試験結果をTable 1に示す。実験では、呼び強度 27、粗骨材の最大寸法 20mm、水セメント比 53.5%のレディーミクストコンクリートを使用した。フレッシュ試験の結果は、スランプが 13.5cm、空気量が 4.5%、コンクリート温度が 23.8℃、ブリーディング率が 2.48%であった。また、プロクター貫入試

験の結果は、始発が注水から 6 時間 15 分、終結が 8 時間 45 分であった。ブリーディング試験およびプロクター貫入試験の結果を、それぞれ Fig. 1 および Fig. 2 に示す。

(2)床版試験体の寸法

実験では、コンクリート床版の一部を想定した、長さ 1380mm×幅 1380mm×高さ 300mm の試験体を用いた。試験体の作製は、トラックアジテータからシュートを用いて直接型枠内にコンクリートを打込み、内部振動機を用いて締め固めた。コンクリートの打込みの様子を Fig. 3(a)に示す。

(3)コンクリートの仕上げ時期および養生方法

コンクリート打込み後、粗ならしをした状態からタイミングを変え、金鋺仕上げを行った。金鋺仕上げのタイミングは、打込み直後(0h)、打込み後 1.5 時間後のブリーディング水が浮いている状態(1.5h)、打込み後 4.5 時間後のブリーディング水が出なくなった状態(4.5h)、打込み後 5.5 時間後の再振動できない始発の状態(5.5h)とした。

実験で使用した仕上げ補助・養生剤(以下、仕上げ剤と称す)は、パラフィンワックスを主成分とする水性被膜養生剤である。コンクリート打込み後の粗ならしと金鋺仕上げの際にそれぞれ 150ml/m² 噴霧した。仕上げ剤噴霧および金鋺仕上

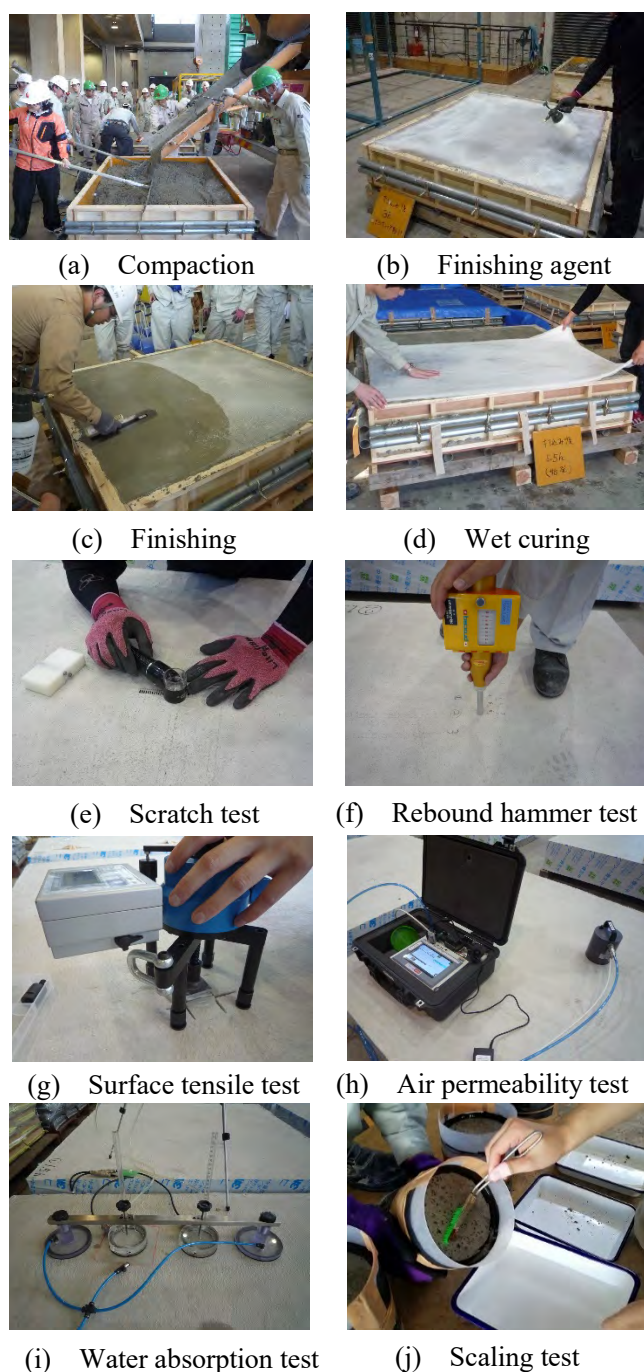


Fig. 3 Placing, curing and test methods

げの様子を、それぞれ Fig. 3(b)および Fig. 3(c)に示す。

金鍍仕上げ後、乾燥防止のため 24 時間のシート養生を行った。なお、仕上げ面にシートが接触しないよう、木枠を設置し養生を行った。シート養生終了後、湿潤マットとシートを併用した給水養生を材齢 7 日まで行った。また、シートはポリエチレン製、湿潤マットは十分に水分を供給できるウレタンフォーム製のものを使用した。給水養生の様子を Fig. 3(d)に示す。

2.2 表層強度に関する試験方法

(1) 引っかけ傷試験

引っかけ傷試験の様子を Fig. 3(e)に示す。引っかけ傷試験は、簡易型引っかけ試験機を用いて、仕上げ面に 3 本ずつつけ、1 本の傷について 3 カ所の幅を測定して、9 カ所の傷幅の平均値を引っかけ傷幅とした。試験は材齢 4 週および 8 週で実施した。

なお、簡易型引っかけ傷試験機は日本建築工学会材料性能評価委員会塗り床材料性能 WG により開発されたもので、日本塗り床工業会の認定品として市販されている。この試験機は個人差がなく一定の角度と荷重でコンクリート面に引っかけ傷をつけられる簡易な試験機である^{3),4)}。

(2) 反発度試験

反発度試験の様子を Fig. 3(f)に示す。JIS A 1155 規格適合品である NR 型のリバウンドハンマーを用いて、JIS A 1155 に準じて測定を行った⁵⁾。打点は 25mm 間隔の 9 点を仕上げ時期の異なるそれぞれの床版で試験し、その平均値を反発度とした。試験は材齢 4 週および 8 週で実施した。

(3) 表層引張試験

表層引張試験の様子を Fig. 3(g)に示す。表層引張試験は、官公庁仕様書に記載されている日本建築工学会認定の試験機である簡易型引張試験器を用いて、仕上げ時期が異なるそれぞれの床版の 3 カ所ずつを試験し、その平均値を引張強度とした。試験は材齢 9 週で実施した。

2.3 耐久性に関する試験方法

(1) 表層透気試験

気体の移動抵抗性を示す表層透気試験は、トレント法によるスイス規格 SIA262/1 に示されているダブルチャンバーセルを用いて行った^{6),7)}。試験は、試験体上面にダブルチャンバーセルを取り付け、測定した 3 か所の相乗平均値を透気係数とした。なお、試験は、材齢 2 週、4 週および 8 週で実施した。表層透気試験の様子を Fig. 3(h)に示す。また、電気抵抗式のコンクリート水分計を使用して、コンクリート表層部の含水率試験も行った。

(2) 表面吸水試験

水の移動抵抗性を表す表面吸水試験は SWAT

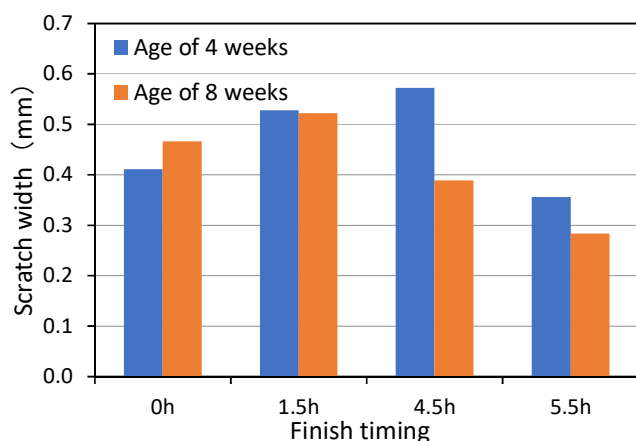


Fig. 4 Test results of scratch width

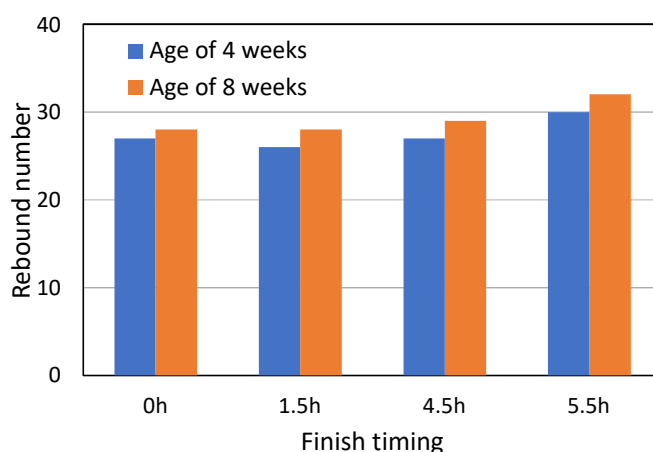


Fig. 5 Test results of rebound number

法を用いて行った⁸⁾。試験では、供試体上面に吸水カップを取り付け、10分間測定した。なお、試験は材齢5週で実施した。表面吸水試験の様子をFig. 3(i)に示す。

(3)スケーリング試験

耐凍害性を表すスケーリング試験は、床版試験体からφ150mmのコアを抜き取ったものを、ASTM C672に準じて3%の塩化ナトリウム水溶液で表面に水膜を形成し、温度マイナス18±3℃で約16～18時間凍結させた後、温度20℃で約6～8時間融解させるものであり、これを1サイクル(24時間)とし、50回繰り返した。測定は5サイクル毎に行い、端部を防水加工した試験面から、溜めた水溶液を取り除き、剥離した破片を乾燥させ質量の測定を行った。スケーリング試験は材齢15週から開始した。スケーリング試験の様子をFig. 3(j)に示す。

3. 実験結果および考察

3.1 仕上げ作業のタイミング

打込み直後に金鋺仕上げを行うと、コンクリートの流動性が大きいため、鋺ムラが残り、均すタイミングとしては不適切であった。打込み後1.5hに金鋺仕上げを行うと、表層にブリーディング水が活発に上昇していたため、水面を均している感覚で極めて不適切であった。ブリーディング水が収まった打込み後4.5hは仕上げに適していると思えたが、仕上げ剤の噴霧により表面が緩くなり仕上げるにはまだ早い段階となった。始発の打込み

後5.5hは、仕上げ剤の噴霧により適切な状態になり、仕上げるタイミングとしては最適であった。

3.2 表層強度に関する試験結果

(1)引っかかり傷試験

仕上りの状態および引っかかり傷を目視観察すると、打込み直後に仕上げた場合は仕上りが汚く傷がつき、1.5hは最も仕上りが汚く傷も広くなった。4.5hは仕上りがきれいになったが傷が目立つ結果となった。5.5hは仕上りが最もきれいで傷も目立たなくなった。

引っかかり傷試験結果をFig. 4に示す。引っかかり傷幅は、打込み後1.5h～4.5hで大きくなり、5.5hの時に最も小さくなった。これは、仕上げ易さとも一致しており、仕上げ時期は仕上げられる最も遅いタイミングがよいと考えられる。

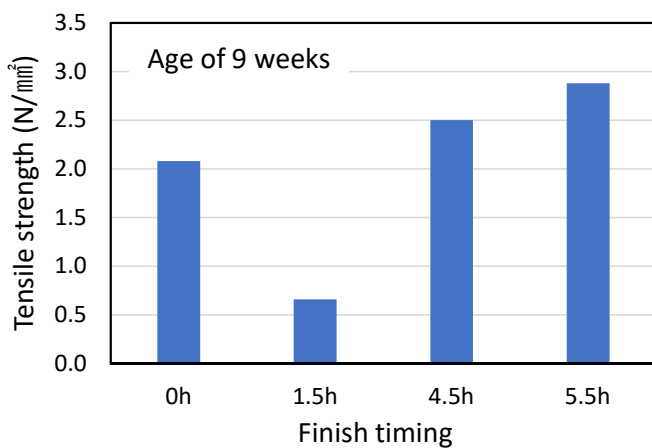
(2)反発度試験

反発度試験結果をFig. 5に示す。反発度試験においても、打込み後5.5hの時に最も反発度が大きくなり、表層部が緻密になっていることが伺える。

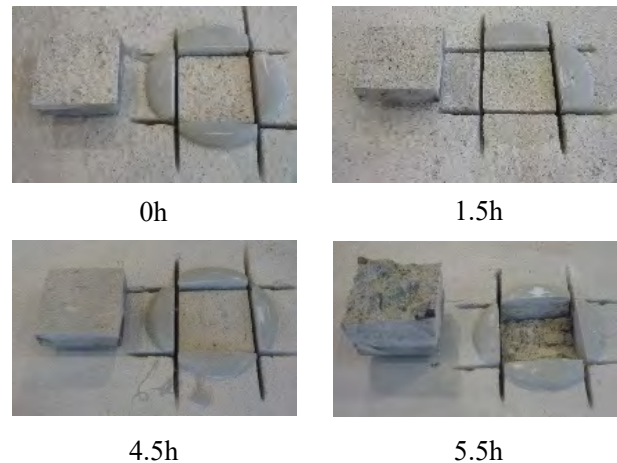
(3)表層引張試験

表層引張試験結果をFig. 6(a)に示す。打込み後1.5hの時に極めて引張強度は小さくなり、5.5hに比べて80%程度も低下した。これは、表層部が水分を多く含んだ状態で硬化したため、表層部が強度低下を起こし、表面部分からアタッチメントが剥がれてしまったと考えられる。

表層引張試験後のアタッチメントの様子をFig. 6(b)に示す。左上の画像の打込み直後に仕上げた結果は表層だけが剥離し、右上の1.5hの強度は最も小さく、表層だけが剥離した。左下の4.5hは、



(a) Tensile strength



(b) Attachment

Fig. 6 Test results of surface tensile strength

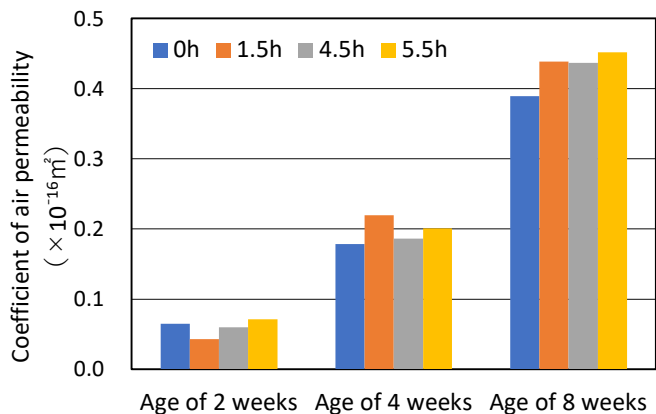


Fig. 7 Test results of air permeability

強度はあるものの表層だけが剥離し、右下の 5.5h は最も強度が高く、母材で破壊した。

3.3 耐久性に関する試験結果

(1) 表層透気試験

表層透気試験の結果を Fig. 7 に示す。材齢が経過するほど、透気係数は大きくなった。これは、材齢に伴う表面含水率の大きな変化も認められないことから、材齢の経過に伴い水和反応は進むものの、微細なひび割れが生じるためと考えられる。一方、仕上げ時期による影響は、さほど見受けられなかった。

表層品質試験結果の判定基準例として、表層透気試験(トレント法)計測結果に基づく(評価)グレーディングを Table 2 に示す⁹⁾。材齢 8 週において、すべての仕上げ時期で、透気性評価は一般の判定範囲に収まる数値となった。この結果より、気体の移動抵抗性に対して、仕上げ時期の違いによる

Table 2 Torrent grading

kT ($\times 10^{-16} \text{m}^2$)	0.001 ~0.01	0.01 ~0.1	0.1 ~1	1 ~10	10 ~100
Class	PK1	PK2	PK3	PK4	PK5
Permeability	Very Low	Low	Moderate	High	Very High

影響は小さいと考えられる。

含水率試験の結果を Fig. 8 に示す。すべての材齢において、始発の 5.5h に仕上げた場合にコンクリート表層部の含水率は大きくなる傾向にあり、始発時間に仕上げると最も緻密であると考えられる。

(2) 表面吸水試験

表面吸水試験の結果を Fig. 9 に示す。表面吸水試験は表層透気試験とは異なり、仕上げ時期が遅くなるほど吸水速度は小さくなった。そして、始発の 5.5h に最も吸水速度が小さくなった。この結果より、水の移動抵抗性に対して、適切な仕上げ時期が存在すると考えられる。

(3) スケーリング試験

スケーリング速度とサイクル数の関係を Fig. 10(a) に示す。初期の段階である 5 サイクルでは、打込み直後の 0h、ブリーディングが活発な 1.5h のスケーリング速度は大きくなり、ブリーディングが収まった 4.5h、始発の 5.5h のときに小さくな

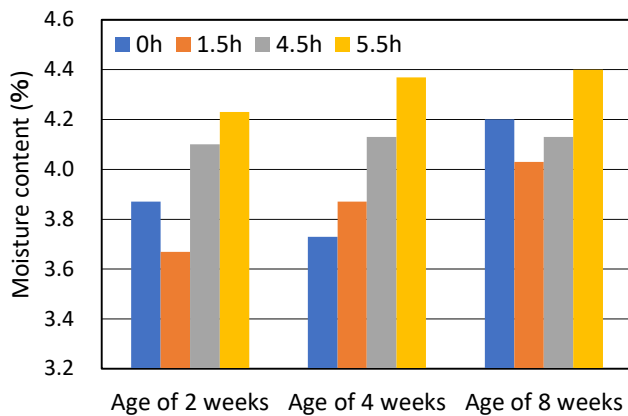


Fig. 8 Test results of moisture content

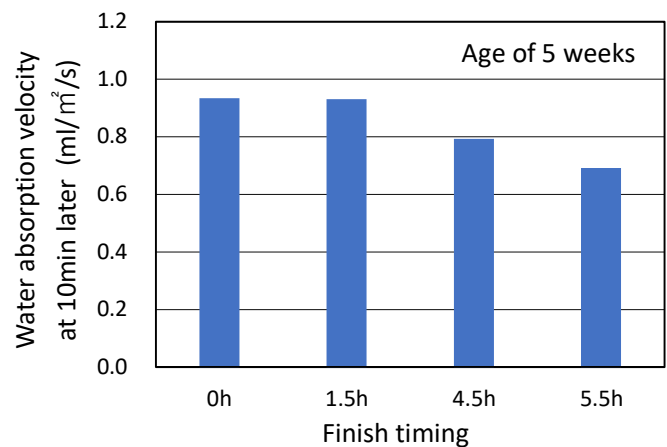
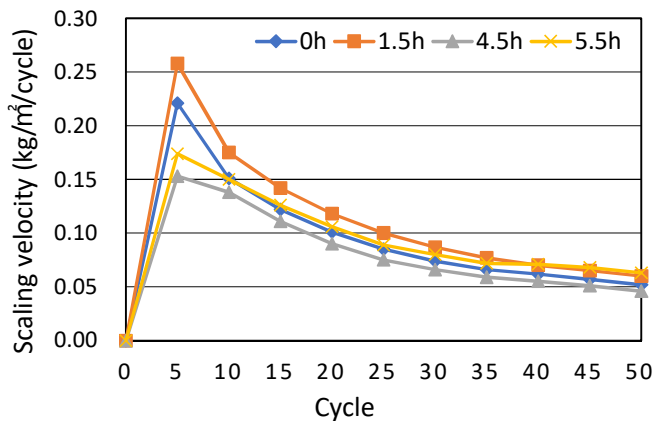
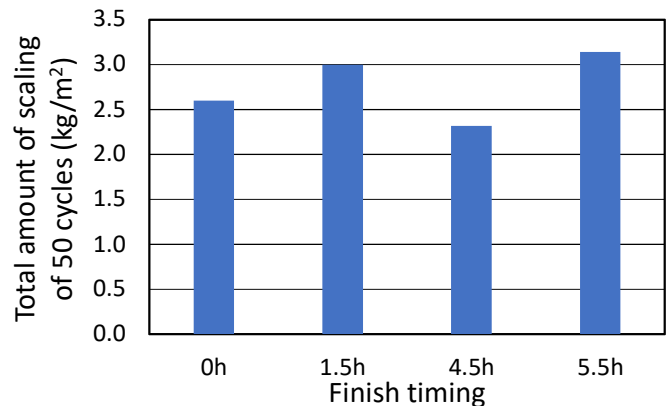


Fig. 9 Test results of water absorption



(a) Scaling velocity



(b) 50 cycles

Fig. 10 Test results of scaling

った。これは、ブリーディングが収まる前に仕上げると、その後ブリーディング水が上昇し、表層部を脆弱にすることで凍結融解作用に耐えられなくなったと考えられる。

50 サイクルまでのスケーリング量の累計を Fig. 10(b)に示す。初期の段階では、仕上げ時期による影響は見受けられたが、凍結融解作用の繰返しが多くなると、最終的にスケーリング量は同程度となった。これらのことより、仕上げ時期による影響は極表層に限られ、仕上げ時期が部材全体の耐凍害性に及ぼす影響は小さいものと考えられる。

4. まとめ

コンクリート床版において、仕上げ時期が床版の表層品質に及ぼす影響について検討した結果、以下の(1)～(4)が明らかになった。

- (1) ブリーディング水が上昇している段階で仕上げを行うと、最大強度を示した凝結始発時期に仕上げを行った場合に比べ、表層引張強度は80%程度も低下する結果が得られた。
- (2) 仕上げ剤を用いた場合には、作業性および表層強度は、始発時期に仕上げると向上すると考えられる。
- (3) 仕上げ剤を用いた場合には、始発時期に仕上げると最も表面吸水速度は小さくなった。しかし、仕上げ時期が表層透気係数に及ぼす明確な影響は見受けられなかった。
- (4) ブリーディングが収まる前に仕上げると、初期の凍結融解でスケーリング速度は大きくなった。しかし、凍結融解作用が長期に渡ると、仕上げ時期の影響は小さくなった。

今回の実験の範囲において、呼び強度 27 の一般

的に使用されるコンクリートでは、仕上げ補助・養生剤を使用すると凝結試験における始発時間に仕上げるのが最も表層品質が向上した。適切な仕上げ時期は、セメントの種類、水セメント比、スランプなどのコンクリートの配合、また打込み時期や仕上げ補助剤の有無や種類によって異なってくると考えられるため、更なるデータの蓄積に努める予定である。

謝 辞

本研究を行うにあたりまして、ものづくり大学非常勤講師である RC 構造物総合実習 I の先生方、三井住友建設技術研究所の職員の皆様、ものづくり大学技能工芸学部建設学科澤本研究室に所属する大学院生、同研究室の学部生の方々に多大なる御協力を賜りました。ここに記して深謝いたします。

文 献

- 1) 浅井宏隆ほか：床版の施工方法がコンクリートの表層品質に及ぼす影響，プレストレストコンクリート工学会第 24 回シンポジウム論文集，pp.423-426，2015
- 2) 谷口秀明，樋口正典，藤田学：高強度コンクリートの打上り面の表面仕上げ方法に関する検討，三井住友建設技術研究所報告第 2 号，pp.47-52，2004
- 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の測定方法，日本建築学会大会学術講演梗概集（中国），pp.677-678，1999
- 5) 日本産業規格：JIS A 1155「コンクリートの反発度の測定方法」，2012
- 6) スイス規格：SIA262/1，2013
- 7) 半井健一郎，蔵重勲，岸利治：かぶりコンクリートの透気性に関する竣工検査－スイスにおける指針－，コンクリート工学 Vol.49，No.3，pp.3-6，2011，
- 8) 林和彦，細田暁：表面吸水試験によるコンクリート構造物の表層品質の評価方法に関する基礎的研究，土木学会論文集 E2，Vol.69，No.1，pp.82-97，2013
- 9) コンクリート技術シリーズ「構造物表面のコンクリート品質と耐久性能検証システム研究小委員会(335 委員会)成果報告書およびシンポジウム講演概要集」，土木学会，2008

論文 Article

養生方法および給水養生のタイミングが
コンクリートの表層品質に及ぼす影響

原稿受付 2020 年 6 月 8 日

ものづくり大学紀要 第 10 号 (2020) 28 ~ 34

坂本大河^{*1}, 澤本武博^{*2}, 森濱和正^{*2}, 篠崎徹^{*2}, 樋口正典^{*3}, 臺哲義^{*3}^{*1} ものづくり大学大学院 ものづくり研究科^{*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Effects of Curing Methods and Wet Curing Timing
on Surface Properties of ConcreteTaiga SAKAMOTO^{*1}, Takehiro SAWAMOTO^{*2}, Kazumasa MORIHAMA^{*2}, Toru SHINOZAKI^{*2},
Masanori HIGUCHI^{*3} and Akiyoshi DAI^{*3}^{*1} Graduate School of Technologists, Institute of Technologists^{*2} Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*3} SUMITOMO MITSUI Construction Co.,Ltd.

Abstract

The durability of concrete slabs is apt to be influenced by finishing methods and curing methods of concrete surface. Therefore, the finishing agent had better use in case of high strength concrete, the wet curing had better carry out on concrete surface. However, it is not obvious that when wet curing is started after finishing of concrete surface. In this study, the effects of the difference in finishing methods and curing methods on the surface properties of concrete were examined by surface tensile test, air permeability test, water absorption test and scaling test. As a result, use of the finishing agent was effective to improve the surface properties in high strength concrete. However, use of the finishing agent was ineffective in normal strength concrete. When wet curing was carried out, high strength concrete was more effective than normal strength concrete. The surface properties of concrete could be improved when the wet curing was begun after it passed for several hours from finale set of the setting time test for concrete.

Key Words : Concrete slab, Wet curing, Surface tensile strength, Air permeability, Water absorption, Scaling

1. はじめに

コンクリート床版の現場施工において、施工方法およびコンクリート打込み後における養生が床版の耐久性を大きく左右する¹⁾²⁾。そのため、コンクリートの仕上げ後にシートによる乾燥防止、さらには湿潤マットによる給水養生が行われる。しかし、給水養生開始のタイミングを検討した例は

少なく³⁾、仕上げ後どのタイミングで給水養生を行うことが、表層品質に最も有効であるかは明らかになっていない。

本研究では、コンクリート床版の表層品質の観点から、普通ポルトランドセメントおよび早強ポルトランドセメントを用いたレディーミクストコンクリートを使用し、コンクリート打込み後の仕上げ補助・養生剤の有無による仕上げ方法の違い、

Table 1 Mix proportion of concrete, test results of fresh concrete and compressive strength

Sign	Cement	Fc	Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	Unit content(kg/m ³)					Test results of fresh concrete			Bleeding in percent (%)	Setting time test for concrete(h:m)		Standard curing (N/mm ²) 28days	Sealed curing (N/mm ²) 28days
						W	C	S	G	Ad	Slump (cm)	Air (%)	Temperature (°C)		Initial set	Final set		
Fc27N	N	27	20	53.5	44.8	168	315	804	1001	3.78	9.5	5.1	24.6	1.20	6:00	8:15	32.4	35.1
Fc40H	H	40	20	40.4	41.2	180	446	686	1001	4.46	19.0	5.6	31.1	0.07	4:00	4:40	50.9	47.7

シートや湿潤マットを使用した養生方法および給水養生開始のタイミングの違いがコンクリートの表層品質に及ぼす影響を検討した。そして、表層強度を評価する表層引張試験、物質移動抵抗性を評価する表層透気試験および表面吸水試験、耐凍害性を評価するスケーリング試験を行い、適切な給水養生開始のタイミングを評価した。

2. 実験概要

2.1 供試体の作製

(1)コンクリートの使用材料および配合

コンクリートの配合、フレッシュ試験および圧縮強度試験結果を表 1 に示す。実験では、RC 床版を想定した普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm³)を用いた呼び強度 27(以下, Fc27N), PC 床版を想定した早強ポルトランドセメント(密度 3.14g/cm³)を用いた呼び強度 40(以下, Fc40H)の 2 種類のレディーミクストコンクリートを使用した。粗骨材の最大寸法はいずれも 20mm, 水セメント比は Fc27N が 53.5%, Fc40H が 40.4%である。

Fc27N の細骨材には栃木県栃木市尻内町産砂(表乾密度 2.61g/cm³), 粗骨材には栃木県栃木市尻内町産砕石(表乾密度 2.64g/cm³), 混和材には AE 減水剤を用いた。

Fc40H の細骨材には埼玉県秩父郡皆野町産砕砂(表乾密度 2.66g/cm³), 千葉県印旛郡栄町産砂(表乾密度 2.60g/cm³), 埼玉県児玉郡神川町産砂(表乾密度 2.63g/cm³)の 3 種類を 4:3:3 の比率で混合したものを使用した。また、粗骨材には埼玉県秩父郡皆野町産砕石(表乾密度 2.69g/cm³), 混和剤には, AE 減水剤を用いた。

フレッシュ試験の結果は, Fc27N の場合にはスランプが 9.5cm, 空気量が 5.1%, 温度が 24.6°C, ブリーディング率が 1.20%, プロクター貫入試験の結果(凝結時間)は始発が 6 時間, 終結が 8 時間

Table 2 Curing methods

Sign	Finishing agent	NN	AN	AA			
				0h	3h	6h	24h
Fc27N	Free	○	○	○	○	○	○
	Add	○	○	○	○	○	○
Fc40H	Free	○	○	○	○	○	○
	Add	—	○	○	—	○	○

15 分であった。

Fc40H の場合は, 暑中環境下で行ったため, 供試体作製時のスランプの低下を懸念して, スランプは大きめとし 19.0cm, 空気量は 5.6%, 温度は 31.1°Cであった。ブリーディング率は 0.07%と, ほぼ水は浮いてこない状況であった。また, プロクター貫入試験の結果は始発が 4 時間, 終結が 4 時間 40 分と, 始発と終結の間は非常に短かった。

(2)コンクリートの打込み

今回の実験では, コンクリート床版の厚さを 300mm とし, 床版から部分的にコアを抜き取り, 試験することを想定して, φ150×300mm の円柱供試体を用いることとした。供試体の作製は 2 層でコンクリートを打ち込み, 内部振動機で締固めを行った。締固めの様子を図 1(a)に示す

(3)養生方法

供試体の養生方法の一覧を表 2 に示す。表に示した記号の NN はシート無・湿潤マット無を, AN はシート有・湿潤マット無を, AA はシート有・湿潤マット有を表し, 記号の「—」は, 試験を行っていない項目を示している。

仕上げ補助・養生剤(以下, 養生剤)には水性パラフィンワックスを主成分とするものを用い, 打込み直後の粗均しおよびブリーディングのおさまった時期(Fc27N は打込みから 4 時間 30 分後, Fc40H は打込みから 2 時間後)の金鍔仕上げの時にそれぞれ標準散布量の 150ml/m² 噴霧した。養生剤噴霧の様子を図 1(b)に示す。

シートはポリエチレン製, 湿潤マットは十分に

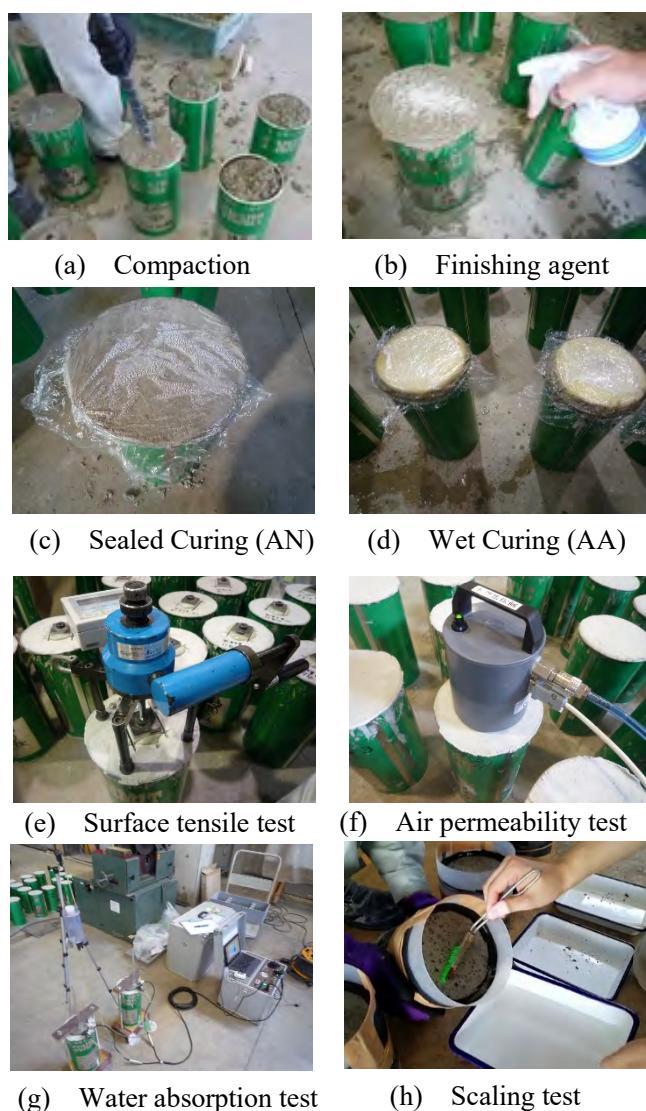


Fig. 1 Placing, curing and test methods

水分を供給することができるウレタンフォーム製のものとし、湿潤マットは、仕上げ直後(0h)、仕上げから3時間後(3h)、6時間後(6h)、24時間後(24h)に設置した。湿潤養生期間は、コンクリート標準示方書を参考に、Fc27Nの場合は材齢7日まで、Fc40Hの場合は材齢3日までとした。なお、仕上げ後湿潤マットを設置するまではシート養生を行うこととし、供試体の型枠は脱型せずにそのまま存置した。シートおよび湿潤マットを用いた養生の様子を、それぞれ図1(c)および図1(d)に示す。

シートによる養生および湿潤マットによる養生を終えた後は、空調のない実験室において試験材齢まで気中養生を行った。

2.2 各種試験方法

(1)表層引張試験

表層強度を示す表層引張試験は、簡易型引張試験器を用いて行った。簡易型引張試験器は、官公庁仕様書に掲載されている日本建築仕上学会の認定品として市販しているものを用いた。測定箇所は供試体上面の中央部とし、Fc27Nは2本、Fc40Hは3本の平均値を引張強度とした。なお、試験はFc27Nでは材齢3ヶ月、Fc40Hは材齢1ヶ月で実施した。表層引張試験の様子を図1(e)に示す。

(2)表層透気試験

気体の移動抵抗性を示す表層透気試験は、トレント法によるスイス規格 SIA262/1 に示されているダブルチャンバーセルを用いて行った⁴⁾。測定箇所は供試体上面の中央部にチャンバーを設置し、それぞれの養生方法で養生した供試体を測定し、3本の相乗平均値を表層透気係数とした。なお、試験はFc27Nでは材齢2ヶ月、Fc40Hは材齢1ヶ月で実施した。表層透気試験の様子を図1(f)に示す。表層透気試験は、コンクリート表層部の含水率の影響を受けるため、表層部がある程度乾燥した状態で実施する必要があるため、含水率は、いずれの養生を行った場合でも表層透気試験に影響を及ぼさないとされる5.5%以下であった⁵⁾。

(3)表面吸水試験

水の移動抵抗性を示す表面吸水試験はSWAT法を用いて行った⁶⁾。測定箇所は供試体上面の中央部とし、10分間吸水させた。Fc27Nは2本、Fc40Hは3本の供試体の平均値を表面吸水速度とした。なお、試験はFc27Nでは材齢2ヶ月、Fc40Hは材齢1ヶ月で実施した。表面吸水試験の様子を図1(g)に示す。

(4)スケーリング試験

耐凍害性を示すスケーリング試験は、ASTM C 672 に準拠して3%塩化ナトリウム水溶液で表面に水膜を形成した供試体を温度マイナス18±3℃で約16～18時間凍結させた後、温度20℃で約6～8時間融解させるものであり、これを1サイクル(24時間)とし、50サイクル分繰り返した。測定は5サイクル毎に実施し、端部を防水加工した試験面から、溜めた水溶液を取り除き、剥離した破片の質量の測定を行った。なお、スケーリング試

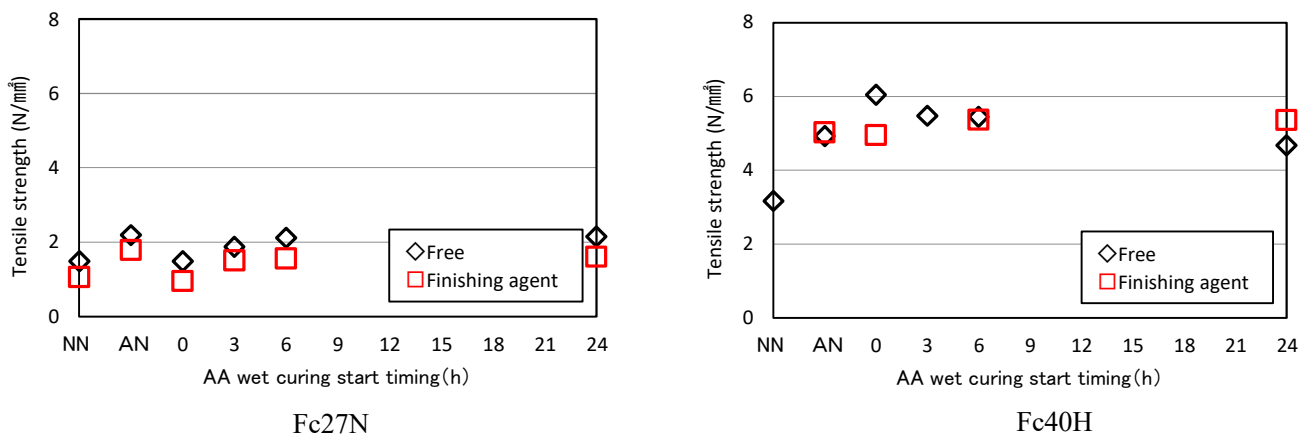


Fig. 2 Test results of surface tensile strength

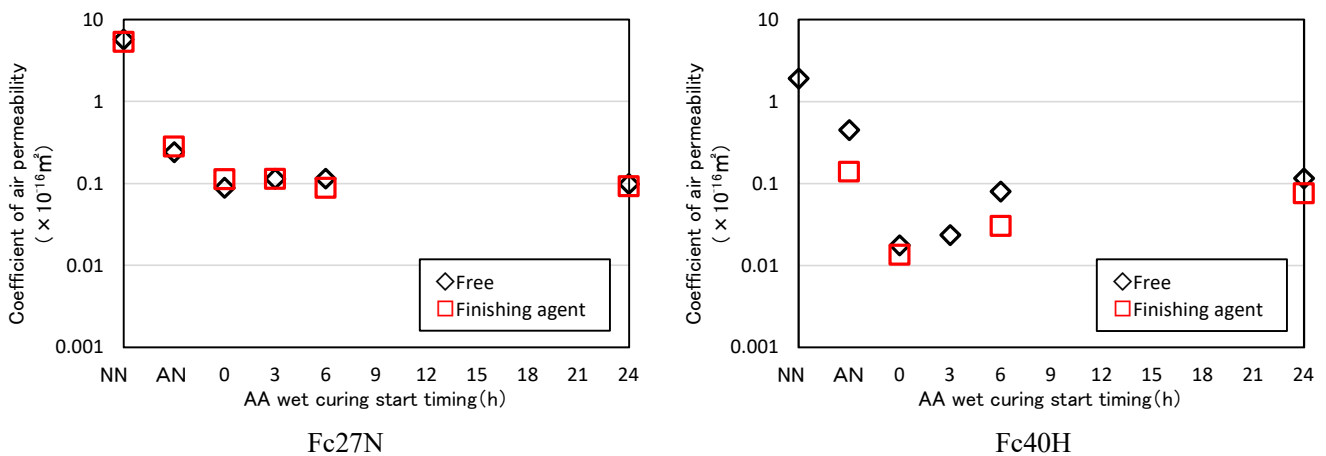


Fig. 3 Test results of air permeability

験は Fc27N では材齢 4 ヶ月，Fc40H は材齢 1 ヶ月から開始した．スケーリング試験の様子を図 1(h) に示す．

3. 実験結果および考察

3.1 各種試験結果

(1) 表層引張試験

表層引張試験結果を図 2 に示す．Fc27N では，養生剤を使用しない場合の方が引張強度は大きくなった．これは，養生剤を用いると仕上げの作業性は向上するものの，強度がさほど高くないコンクリートでは，表層部が若干脆弱になった可能性がある．給水養生を行った場合(AA)は，湿潤マットの養生開始時間が遅くなるほど引張強度が大きくなる傾向にあった．そのため，給水養生を行う場合は，ある程度コンクリートが硬化してからがよいと考えられる．また，仕上げから 24 時間後に

給水養生をした場合(24h)とシート養生のみ(AN)の引張強度がほぼ同じ値であったため，シート養生のみも効果的と考えられる．

Fc40H の引張強度はシート無・湿潤マット無(NN)で小さく，シート養生のみ(AN)，湿潤マットおよびシートで養生する(AA)ことで大きくなった．また，湿潤マット開始時間および養生剤の有無による差はあまり見受けられなかった．これは，呼び強度も大きく，早強ポルトランドセメントを用いているため，早期に表層部が硬化し始めるためと考えられる．

(2) 表層透気試験

表層透気試験結果を図 3 に示す．Fc27N では，シート無・湿潤マット無(NN)とシート養生のみ(AN)に比べ，湿潤マットおよびシートで養生する(AA)方が表層透気係数は小さくなった．これは湿潤マットによる乾燥防止や給水によってコンクリート表層部の水和反応が促進されたためと考えら



Fig. 4 Test results of water absorption

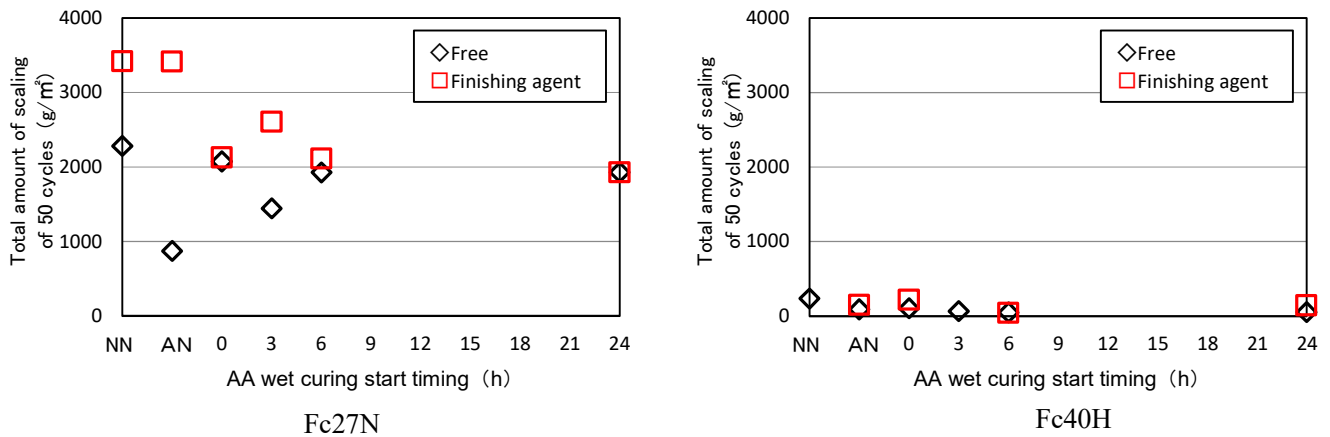


Fig. 5 Test results of scaling

れる。また、養生剤の有無や湿潤マットの養生開始時間の違いは見受けられなかった。

Fc40Hの場合も湿潤マットを用いる(AA)ことでコンクリート表層部は緻密になり表層透気係数は小さくなった。そして、養生剤を使用した方が表層透気係数は若干小さくなった。また、湿潤マット開始時間は、仕上げ後なるべく早く行うほど表層透気係数が小さくなる傾向にあった。Fc40Hの場合に養生剤を用いると、表層透気係数は若干ではあるが小さくなることから、強度が高く、硬化の早いコンクリートには、作業性の向上に加えて膜養生の効果が現れると考えられる。

(3)表面吸水試験

表面吸水試験結果を図4に示す。Fc27Nでは、養生剤を使用しない場合の方が表面吸水速度は小さくなった。また、湿潤マットの養生開始時間が遅くなるほど表面吸水速度は小さく緻密になる傾向にあった。これは、表層引張試験結果とも同様

の傾向を示す。

Fc40Hの表面吸水速度は湿潤マットおよびシートで養生する(AA)ことでコンクリート表層部が緻密になり小さくなった。そして、養生剤を使用した方が表面吸水速度は若干小さくなる傾向にあった。また、仕上げ後6時間後に湿潤マットで養生を開始する場合が最も表面吸水速度は小さくなった。これらのことより、水の移動抵抗性に対して、適切な給水養生開始時間が存在すると考えられる。

(4)スケーリング試験

スケーリング試験結果を図5に示す。Fc27Nでは、養生剤を使用しない場合の方がスケーリング量は小さくなる傾向にあった。これは、表層引張試験、表面吸水試験と同様に養生剤の散布により強度があまり高いコンクリートでは、表層部が脆弱化する可能性がある。

Fc40Hでは養生剤の使用の有無による差は小さ

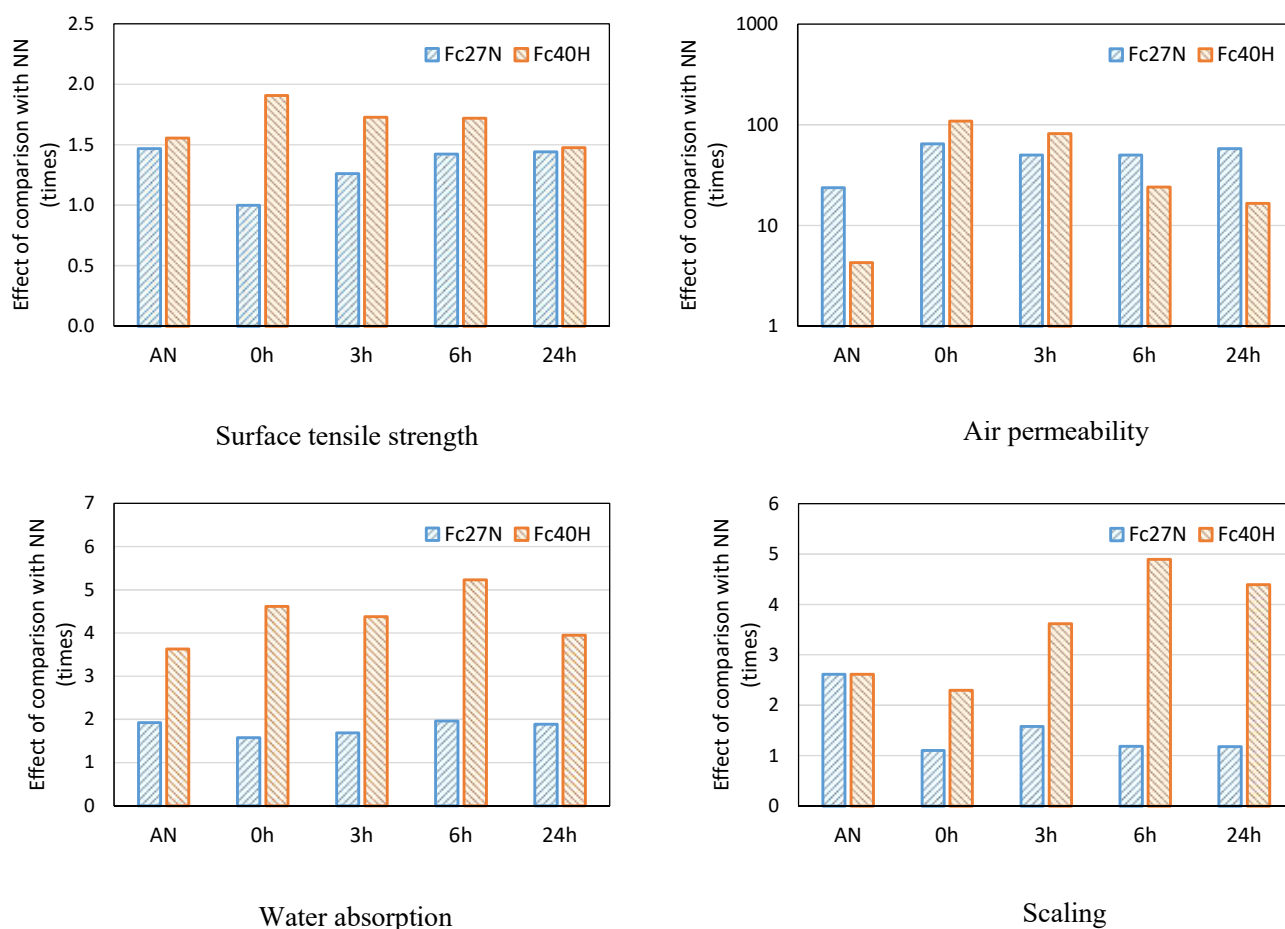


Fig. 6 Effect of comparison with NN

く、仕上げてからすぐではなく仕上げ後3～6時間以降に湿潤マットおよびシートで養生を行う(AA)とスケーリング量は減少する傾向にあった。

3.2 気中養生に対する各養生の効果

各種試験結果から、シート無・湿潤マット無(NN)の試験値に対しての効果(何倍)を表すと図6のようになる。ここでは、NNと比較できる養生剤なしのみでの比較とした。

表層引張試験、表面吸水試験およびスケーリング試験におけるNNに対する効果は、シート養生のみ(AN)の場合ではFc27NとFc40Hに明確な違いは見受けられなかった。しかし、給水養生を行う場合(AA)では、Fc27NよりもFc40Hの方が効果は大きくなる傾向にあった。これは、水セメント比45%の配合で給水養生の効果が最も現れるという報告⁷⁾とも一致しており、水和に必要な水分が不足し高強度すぎない配合には、給水養生が最も適していると考えられる。つまり、NNに対する

給水養生を行う効果は、水セメント比が53.5%(Fc27N)よりも40.4%(Fc40H)で大きくなると考えられる。一方、表層透気係数にはFc27NよりもFc40Hの方が効果は大きくなる傾向は見受けられず、気体の移動抵抗性に関しては、配合が給水養生の影響をあまり受けない結果となった。そのメカニズムに関しては、今後の課題とする。

3.3 養生方法と給水養生のタイミングの評価

養生方法と給水養生のタイミングの評価を表3に示す。表では、本実験における相対比較で養生剤の有無なども総合的に判断し、3段階での評価とした。そのため、養生剤の有無による違いが著しい、スケーリング試験におけるFc27NのANの評価は低くした。

表3左に示すとおり、Fc27Nは仕上げてから6時間(6h)以降に給水養生を行った場合で、すべての試験において評価が高くなった。また、表3右のFc40Hでは、給水養生を3時間(3h)以降に開始

Table 3 Evaluation of curing methods and wet curing start timing

Fc27N						
Test methods	NN	AN	AA			
			0h	3h	6h	24h
Surface tensile	△	○	△	△	○	○
Air permeability	×	△	○	○	○	○
Water absorption	×	○	△	△	○	○
Scaling	×	△	○	○	○	○

Fc40H						
Test methods	NN	AN	AA			
			0h	3h	6h	24h
Surface tensile	×	○	○	○	○	○
Air permeability	×	△	○	○	○	○
Water absorption	×	○	○	○	○	○
Scaling	×	△	△	○	○	○

した場合に、試験結果が良くなった。ここで、注水から、打込みまでの時間はいずれも 45 分程度、打込みから金罫仕上げの時間(Fc27N は打込みから 4 時間 30 分、Fc40H は打込みから 2 時間)および給水養生開始時間(Fc27N は仕上げから 6 時間、Fc40H は仕上げから 3 時間)をそれぞれ総合すると Fc27N では 11 時間 15 分、Fc40H は 5 時間 45 分となる。そこから、本実験のプロクター貫入試験結果の終結を差し引くと、Fc27N は 3 時間、Fc40H は 1 時間 5 分である。つまり、給水養生開始のタイミングは凝結時間における終結後、数時間経過した時期から翌日に行うとコンクリートの表層品質の向上に効果的であると考えられる。しかし、その範囲内では表層品質に大きな差はなく、翌日に給水養生を開始することでよいと考えられる。

4. まとめ

コンクリート床版において、養生方法および給水養生開始のタイミングが床版の表層品質に及ぼす影響について検討した結果、以下の(1)～(3)が明らかになった。

- (1) 養生剤の使用は、Fc40H では表層品質の向上に効果的であったが、Fc27N のように強度がそれほど高くない場合には、表層部が脆弱になる場合が見受けられた。
- (2) 給水養生を行う場合は、Fc27N に比べて Fc40H のように比較的強度の大きい場合に表層引張強度、表面吸水速度およびスケールングに対して効果的であった。しかし、表層透気係数には、配合による差は見受けられなかった。

- (3) 給水養生開始のタイミングは凝結時間における終結後、数時間経過した時期から翌日に行うとコンクリートの表層品質の向上に効果的であると考えられる。しかし、その範囲内では表層品質に大きな差はなく、翌日に給水養生を開始することでよいと考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、RC 構造物総合実習 I の非常勤講師の先生方、三井住友建設技術研究所の職員の皆様、ものつくり大学技能工芸学部建設学科澤本研究室の皆様に多大なる御協力を賜りました。

文 献

- 1) 浅井宏隆ほか：床版の施工方法がコンクリートの表層品質に及ぼす影響，プレストレストコンクリート工学会第 24 回シンポジウム論文集，pp.423-426，2015
- 2) 谷口秀明，樋口正典，藤田学：高強度コンクリートの打上り面の表面仕上げ方法に関する検討，三井住友建設技術研究所報告第 2 号，pp.47-52，2004
- 3) 門井康太，澤本武博，舌間孝一郎，樋口正典：脱型時期および給水養生開始のタイミングがコンクリートの表層品質に及ぼす影響，セメント・コンクリート論文集，Vol.70，pp.361-366，2018
- 4) スイス規格：SIA262/1，2013
- 5) 半井健一郎，蔵重勲，岸利治：かぶりコンクリートの透気性に関する竣工検査－スイスにおける指針－，コンクリート工学 Vol.49，No.3，pp.3-6，2011，
- 6) 林和彦，細田暁：表面吸水試験によるコンクリート構造物の表層品質の評価方法に関する基礎的研究，土木学会論文集 E2，Vol.69，No.1，pp.82-97，2013
- 7) 井上翠，澤本武博，樋口正典，藤原貴央：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，セメント・コンクリート論文集，Vol.68，pp.345-351，2014.3

論文 Article

AC4C アルミニウム合金の湯流れ性に及ぼす金型表面溝の影響

原稿受付 2020 年 7 月 31 日

ものづくり大学紀要 第 10 号 (2020) 35 ~ 42

加藤祐樹^{*1}, 西 直美^{*2}^{*1} ものづくり大学大学院 ものづくり学研究科 修士課程 (現 三井精機工業株式会社)^{*2} ものづくり大学 技能工芸学部 総合機械学科

Effect of Surface grooves of Die on Molten Metal Fluidity of AC4C Aluminum Alloy

Yuki KATO^{*1}, Naomi NISHI^{*2}^{*1} Graduate school of Technologists, Institute of Technologists^{*2} Department of Mechanical and Production Engineering, Institute of Technologist

Abstract

The effects of V type groove of die surface, which is often applied to gravity die casting and low-pressure casting, were evaluated by molten metal fluidity test of AC4C alloy. In the case of no coating, the effects of V-groove of die surfaces on fluid flow were not recognized. However, in the case of coated die, the flow length increases by V-groove. The flow length did not become long in the cross groove, but the flow in the direction perpendicular to the flow direction was good.

Key Words: Aluminum alloy, Permanent mold casing, Surface groove, Fluidity test, Mold coating

1. はじめに

鋳造は、溶解した金属を砂や金属で作られた型に流し込み、目的の形状を得る加工である。鋳造のプロセスでは鋳型内の目的の形状をもった空間（キャビティ）に熔融金属を充填・凝固させるため形状の自由度が高く、複雑な形状の製品が比較的容易に成形できる¹⁾。

しかし、鋳造では熔融金属（以後、溶湯）の流れや凝固、冷却などのさまざまな要因を考慮して方案を設計する必要があるうえ、温度や湿度などの環境、鋳物や鋳型の材料などは厳密な管理が必要で、不良率は他の加工法に比べて高くなる。さらに鋳物の形状や肉厚などは製品によって異なるため、欠陥の防止や改善のための対策は個別に検討する必要がある。これは鋳型の内部で進行する熔融金属の流れや凝固の計測が難しいことも要因の一つになっており、鋳物を作るために多くの経験や暗黙知を必要としている。

特に、重力金型鋳造や低圧鋳造において、湯流れ

性や通気性を確保するために経験的に金型表面に凹凸状や V 字状の溝を付けることが行われている^{2),3)}。しかし、これらの形状による効果の違いは明らかになっておらず、各社の経験で使い分けられている。

本研究では、溝加工により流動性が向上するメカニズムを明らかにするとともに、その効果を定量化することで金型の溝形状の最適化につなげることを目的とした。

2. 実験方法

2.1 実験装置

湯流れ性を評価するため、Fig.1 の模式図に示す装置を用いて流動長を測定した。キャビティ先端部の上型には、背圧防止のため 5mm 四方程度の空気穴を設けた。装置は、水平方向への流れを安定化させるために、流動末端側を 2deg 上方に傾斜させた。装置は S45C で製作し、下型部には金型材料として一般的に使用される SKD61 で製作したインサ

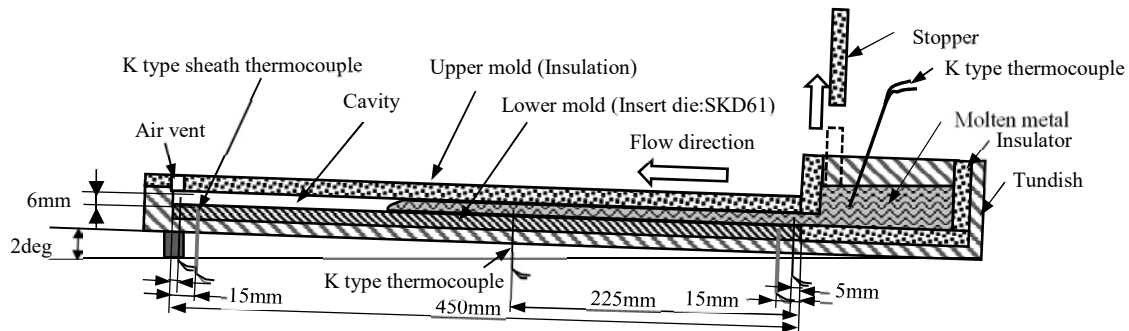


Fig. 1 Schematic drawing of experimental apparatus

Table 1 Chemical composition of AC4C aluminum alloy(mass%)

Cu	Si	Mg	Fe	Zn	Ni	Cr	Ti	Pb	Sn	Al
0.12	7.08	0.38	0.29	0.08	0.03	0.02	0.16	0.00	0.00	Bal.

ート型を設置した. インサート型は, 溝のない平滑なもの, 深さ 1mm 先端角度 60deg の V 溝を流動方向に 9 本(4mm ピッチ)加工したもの, 19 本(2mm ピッチ)で加工したもの, V 溝を十字に配置したもの 4 種類を使用した. 以後, それぞれ, 溝なし, V 溝 9 本, V 溝 19 本, 十字溝と呼ぶ.

インサート型上面の形状を Fig. 2 に, 短辺方向の断面図を Fig. 3 に示す. 4 種類の異なる V 溝条件に, それぞれ塗型のない型とある型で鋳造し, 湯流れ性を評価した. 塗型の厚さは約 200 μ m に統一し, 実製品の鋳造に近い条件とした. 塗型剤は, ディレクト・セン・房株式会社製の YM-10 を使用した.

インサート型には, 金型温度を測定するために線径 ϕ 1mm の K 種シース熱電対を, キャビティ入口 (インサート型端部) から 15mm, 435mm の 2 点挿入した. また, 流動中の溶湯温度を測定するために K 種裸熱電対 (線径 0.3mm) を, キャビティ入口から 5mm, 225mm, 445mm に設置した.

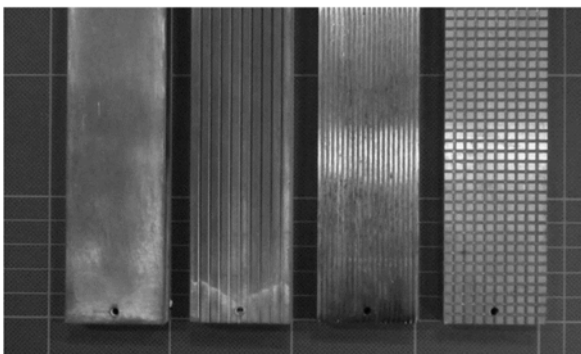


Fig. 2 Surface shape of insert die

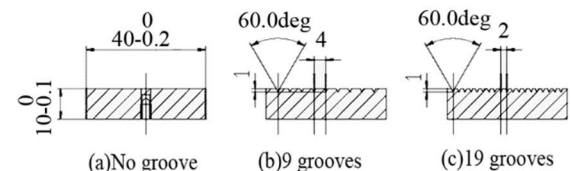


Fig. 3 Cross-sectional shape of insert die

2.2 供試合金

実験には Table 1 に示す化学組成を有する鋳造用アルミニウム合金 JIS AC4C を使用した. 物性値計算ソフト JMatPro(Thermo Tech 社)⁴⁾によれば液相線温度が 612 $^{\circ}$ C, 固相線温度が 545 $^{\circ}$ Cである.

2.3 実験方法

溶湯は, 400g $\pm$ 5g に切断したインゴットを小型高周波溶解炉で 660 $^{\circ}$ Cまで加熱して溶製した. 金型の予熱は行わず室温 (25 $^{\circ}$ C) とした. ストッパーでキャビティと分離した湯溜め部に溶湯を注ぎ, 熱電対で温度を測定して鋳造温度 640 $^{\circ}$ Cに到達した時点で, ストッパーを引き抜き, キャビティに流動させた. 装置内の熱電対による温度測定と得られた試験片の流動長および空気層の大きさを評価した.

2.4 試験片の評価

試験片は湯溜め部を切断してキャビティ入口から先端までの長さをスケールで測定, 流動長とした.

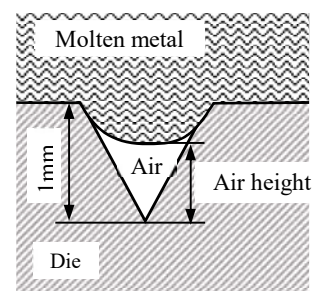


Fig. 4 Height of the air layer

湯流れ実験における V 溝部の空気層の大きさの定量化及び試験片とインサート型の接触状況の評価のため、流動試験片のインサート型側表面を 3 次元形状測定機で測定した。測定には(株)キーエンス製のワンショット 3D 形状測定機ヘッド VR-3200 を用いた。高さ測定精度 $\pm 3\mu\text{m}$ 、表示分解能 $1\mu\text{m}$ である。Fig. 4 に示すように、インサート型の上面に機械加工によって形成した V 溝の深さから、試験片を 3D 形状測定機で計測した溶湯侵入高さを差し引いた寸法を「空気層高さ」とした。

2.5 CAE 解析

今回の実験をモデル化し、CAE で解析を行った。モデリングには SolidWorks、解析には ESI Group の Pro CAST⁴⁾を使用した。空気層の再現のため平面部から 0.3mm (空気層高さ 0.7mm)の位置にサーフェスを設定し、熱伝達係数を鋳型と独立して設定できるようにした。塗型の有る場合の空気層高さは流動に伴って変化し、 0.8mm 程度であることが分かっているが、本解析では空気層高さ 0.7mm 一定としてモデリングした。十字溝についてはモデルが複雑になり、3D-CAD 上でのモデリングに非常に時間がかかることと、メッシュ数、解析時間が莫大になることが想定されるため本解析では取り扱わないこととした。

Fig. 5 にメッシュモデルの例、Table 2 にメッシュ条件、Table 3 に材料と熱物性の設定、Table 4 に熱伝達係数を示す。

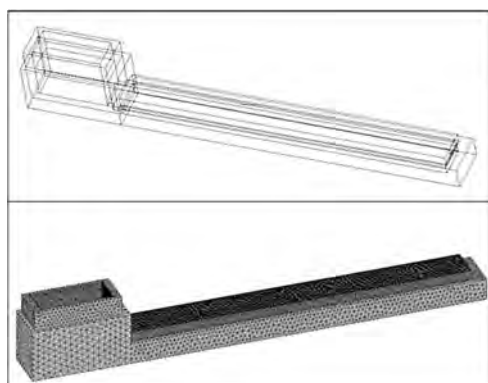


Fig. 5 Mesh model of fluidity test experimental apparatus

Table 2 Mesh conditions

	Non-groove	9 grooves	19 grooves
Number of tetra elements	1,450,539	2,225,910	2,478,797
Number of nodes	303,950	472,279	538,844

Table 3 Materials of experiment model

	Materials	thermophysical properties
Thermophysical	S50C	JMatPro
Insulation	Insulation	ProCAST data base
Cast	AC4C	JMatPro
Air	Air	ProCAST data base

Table 4 Heat transfer coefficient between two materials

Material 1	Material 2	$\text{kW}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})^*$
Castings	Coated die	1
Castings	No coating die	3
Insulation	Castings	0.1
Castings	Air	0.01

熱伝達係数は、溝なしの実験で得られた流動長になるように合わせ込みを行い決定したもので、V 溝のある 2 つのモデルについても同じ値を使用した。塗型の有無については、熱伝達係数の入力値のみを変更した。

鋳物とインサート型とのスリップ条件は Non-slip で設定した。インサート型の表面は塗型されており、抵抗が大きいと考えられるためである。現状のソフトウェアでは溶湯の接触面毎に条件を設定できないため、塗型の無い金型側面と断熱材の上型に対しては過剰に拘束されていると考えられる。また、流動停止固相率は 30% で設定し、表面張力は無視した。

3. 実験結果及び考察

3.1 塗型なしの流動試験結果

塗型なしで V 溝の異なる 4 つのインサート型で得られた流動試験片のインサート型側表面を Fig. 6 に示す。実験をそれぞれ 2 回実施して得られた流動長の平均を Fig. 7 に示す。流動長は 4 つの実験で差が見られなかったが、表面の状態や幅方向の充填に違いが見られた。溝なし、V 溝 9 本のインサート型で鋳造した鋳物の表面には「吹かれ」や「きらい」と呼ばれる凹部が多数観察された⁵⁾。これらの鋳肌欠陥は、金型の表面に吸着していた微量の水分が溶湯の熱で瞬間的にガス化して発生する⁵⁾。本来なら溝なしや V 溝 9 本は、溶湯と金型との接触が良好なので、流動長が短くなるはずであるが、「ふかれ」、「きらい」の発生によ

り、溶湯とインサート型の接触が悪くなるために V 溝 19 本や十字溝と同程度の流動長となったものと考えられる。

これに対して V 溝 19 本や十字溝の金型に鋳造した試験片には大きな凹部は観察されなかった。V 溝 19 本の金型はピッチ 2mm に対して V 溝開口

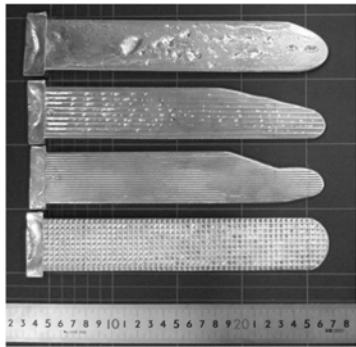


Fig. 6 Fluidity test pieces (Non-coat die)

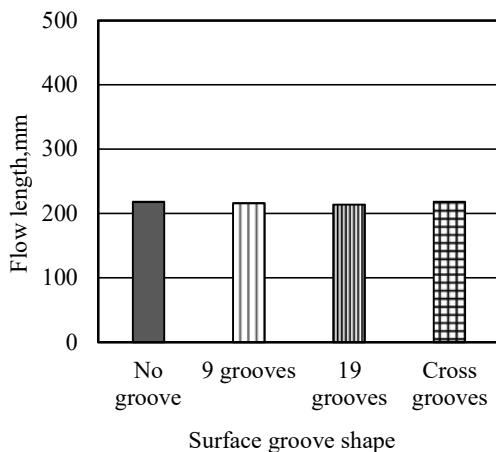


Fig. 7 Average flow length (Non-coat die)

部の幅が図面上 1.15mm であり、平面部が非常に小さいためガスがトラップされず、V 溝を利用して排出されたためと考えられる。十字溝の試験片では、凹部は V 溝で区切られた各平面部に分散し、比較的小さく観察された。

また、平面部と V 溝の境界付近は良好な接触をしている箇所も見られた。V 溝の実施によりガスが排出されやすく、トラップされにくい状態になったことで熱伝達に差を生じ、流動長の差を減少させたことが考えられる。

幅方向の充填については、十字溝のものが最も良好になり、V 溝 9 本、V 溝 19 本では先端付近が片側に片寄る形状になった。金型設置の際に水平

が十分でなかったこと、溝によって湯流れ挙動が変化したことが考えられる。

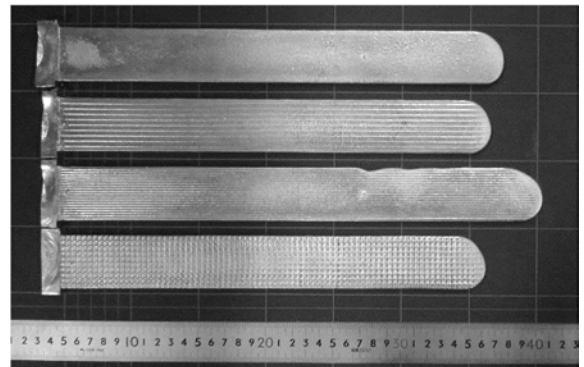


Fig. 8 Appearance of liquidity test pieces (coating die)

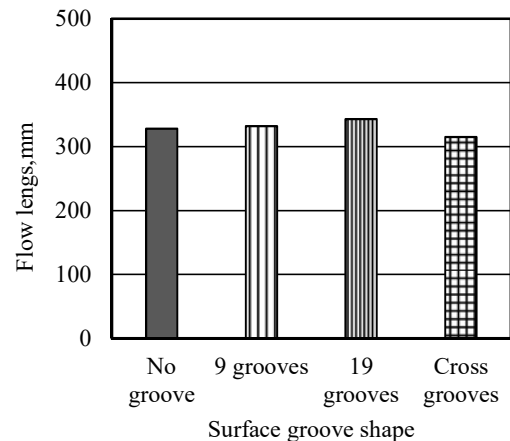


Fig. 9 Average flow length (Coated die)

3.2 塗型ありの流動試験結果

Fig. 8 に塗型を施した流動試験片のインサート型側表面の例を示す。

溝なし、V 溝 9 本、十字溝の流動長はほぼ同程度で、V 溝 19 本が僅かではあるが長い。それぞれ、2~3 回の繰り返し実験を行い、流動長の平均を取ったものを Fig. 9 に示す。十字溝が最も短く、溝なし、V 溝 9 本、V 溝 19 本の順に長くなった。

V 溝による熱伝達低減効果により流動長が長くなることが想定されたが、他の条件と大きな差は見られない。溝なしの試験片のキャビティ入り口付近には凹部が見られ、溝が多い型の試験片では金型側面と接触していないものが見られた。金型室温なので、塗型に吸着された水分のガス化が原因と考えられる。十字溝の試験片では、他の条件に比較して溶湯とインサート型の接触が良好となり、流動長が短くなったものと考えられる。

3.3 空気層高さ

3D 形状測定機を用いて計測した塗型のある場合の V 溝 9 本及び十字溝のキャビティ入口から 20mm の流動初期の流動試験片表面形状例を Fig. 10 に示す。これらの点群データから V 溝への溶湯の侵入状況が確認でき、空気層の高さを見積もることができる。(a), (b)を比較すると、V 溝 9 本に比較して十字溝の方が溶湯の侵入量多く、流動方向及び直角方向の溝やその交点では侵入量が異なることが認められる。

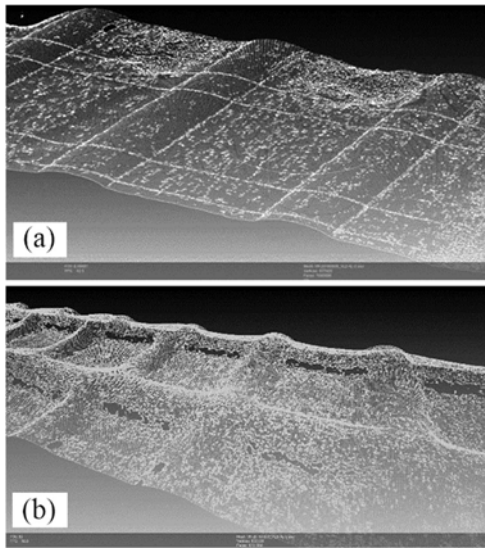


Fig. 10 Shape of castings surface
(a) 9 grooves, (b) Cross grooves

塗型のある条件で铸造した流動試験片の空気層高さを Fig. 11 に示す。測定は、キャビティ入口から 20mm の位置 (以後、流動初期と呼ぶ) と 200mm の位置 (以後、流動後期と呼ぶ) で行った。測定したすべての試験片で流動後期に空気層高さが大きくなることが確認できる。

Fig. 10 (b) の点群データに見られるように、十字溝の試験片では測定箇所によって空気層の大きさが異なる。これは V 溝の開口部の大きさに起因するもので、溝の交点では開口部が対角線になり、流動方向の V 溝の開口部より長くなったことによるものと考えられる。

Fig. 12 に塗型がない金型および塗型のある金型で測定した流動試験片の空気層高さを示す。塗型なしは塗型ありに比べて流動初期と後期の差が小さい。流動の初期の空気層高さの差は溶湯圧力と表面張力によるものと考えられる。

塗型のある試験片の測定位置は、流動長さ全体の 3 分の 2 程度の位置であるため、金型の傾斜による圧力低下と温度低下による表面張力の増加が考えられる。

塗型のない試験片の場合、流動中の溶湯温度が急激に低下して表面張力が増加するため、流動初期と後期の空気層高さに差が出なかったものと考えられる。

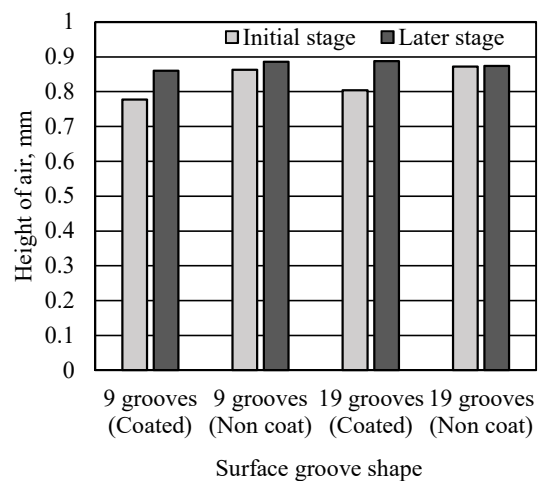


Fig. 11 Height of air (Coted die)

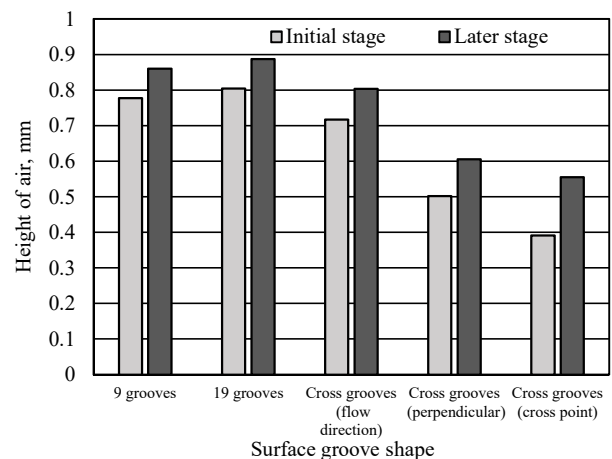


Fig. 12 Height of air (Coated and non-coat die)

3.4 CAE 解析結果

Fig. 13 に CAE の解析結果を示す。図は下型側から観察した温度のコンター図であり、流動が停止した直後の時刻で記録した。V 溝の違いで下型側の流動停止時刻に差は現れなかったが、V 溝のある型で流動長が長くなる結果になった。塗型なしの場合には塗型ありと比べて一様に流動長が短くなり、傾向の変化は見られなかった。V 溝内に熱伝

達係数の小さい空気層を設定したことで流動中の温度低下が軽減され、流速や流動長に差が出ていると考えられる。

Fig. 14 に塗型有り溝 9 本の解析結果の流動停止付近の挙動を示す。湯面が重力に従って水平の状態では流動が進行し、下型側が最初に流動停止し

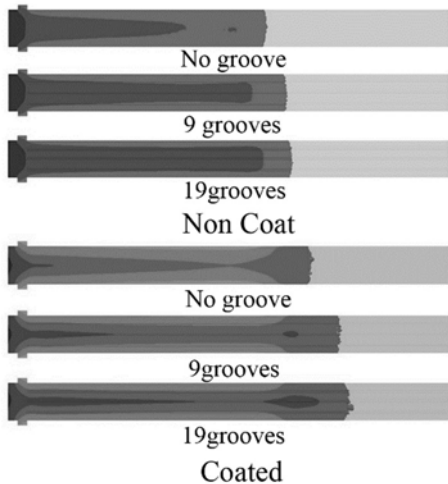


Fig. 13 Flow length calculation result by CAE

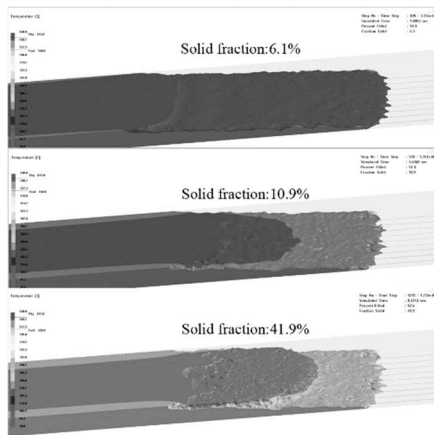


Fig. 14 Shapes of flow end by CAE

ている。これは断熱材を使用した上型に比べて、塗型の施された下型の熱伝達係数が大きく、より早く流動停止固相率になったためと考えられる。下型側が流動停止した後上型付近では流動可能な温度が維持されるため、流動停止した箇所を乗り越えるように先端が形成されている。ここで形成された先端は鋳型側面からの冷却で側面付近が先行して流動停止するように丸みを帯びており、実験で得られた試験片と良く一致している。しか

し、下型側の最終形状には流動中の水平な面が残っており、実験と一致していない。この計算では表面張力や金型との濡れ性を考慮していないためと考えられる。

3.5 M. C. Flemings の式による理論計算

CAE と併せて実験の妥当性を検討するとともに、空気層部のモデル形状を変えた場合の流動長の変化を検討した。CAE でモデル形状を変更する場合にはメッシュ生成時の問題を回避するために形状の制限があるが、理論式上では制限なく検討が可能である。

M.C.Flemings は、固液共存幅のある合金の流動長を Eq. 1 で表されることを提案している⁷⁾。これは、流動・凝固に伴い溶湯が失う熱量と金型が奪う熱量が等しく熱収支が成り立つとし、流動中の溶湯の先端に、ある程度の固相が晶出（流動停止固相率）した時点で、流動が停止するとして導かれたものである。

$$L_f = \frac{\rho[c(\theta_c - \theta_L) + f_c H_f]wS}{h(\theta_L - \theta_0)C} \quad (1)$$

ここで、 L_f ：流動長(m)、 ρ ：溶湯の密度(kg/m³)、 c ：溶湯の比熱(J/(kg・K))、 θ_c ：溶湯温度(°C)、 θ_L ：液相線温度(°C)、 f_c ：流動停止固相率、 H_f ：凝固潜熱(J/kg)、 w ：溶湯の流速(m/s)、 S ：流動断面積(m²)、 h ：熱伝達係数(W/(m²・K))、 θ_0 ：金型温度(°C)、 C ：周長(m)である。

この計算式では、一定断面の流路に溶湯が一定速度、充満状態で流れることを仮定している。溶湯の先端は流動過程で分母に示された型への熱伝達により温度が低下する。この際、溶湯先端は型の特定部分をきわめて短い時間で通過するため、鋳型の熱飽和の影響を受けない。溶湯先端の温度低下で液相線温度を下回ると凝固潜熱を放出しながら固相が晶出し、固液混合流として流動を続ける。固液混合流のみかけ粘性は流動停止固相率付近で急激に増加する特性をもち、最も温度低下が速く固相率が高い先端の閉塞により流動が停止する。

本研究における計算では CAE による計算同様、V 溝の一定深さまで溶湯が侵入、金型と接触し、それより下には空気層が存在する

Table 5 Input parameter	
Density, g/cm ³	2.43
Specific heat, J/(g·K)	1.15
Critical fraction of solid	0.3
Latent heat, J/g	448.3
Velocity, m/s	0.15
Metal temperature, °C	640
Liquidus temperature, °C	610
Die temperature, °C	25

モデルを想定した。計算には Microsoft Excel を使用し、V 溝内に侵入する溶湯部分で増加する流動断面積、金型との接触長さ、空気層との接触長さを考慮して計算ができるようにした。Eq. 1 では溶湯と流路の熱伝達係数を一定にしているが、本実験では異なる材料を使用したため工夫の必要がある。そこで分母の熱伝達係数と周囲長の積を材料毎に求め、その総和を使用した。計算に使用した入力値を Table 5 に示す。熱伝達係数は CAE による計算と同じ値を用いた。

V 溝内の空気層高さを 0.7mm として計算した流動長を Fig. 15 に示す。実験や CAE の結果と同様、V 溝により流動長が長くなる結果になった。金型との接触面積が V 溝によって低減することで流動長が向上することが理論式からもいえることがわかった。

空気層高さの値を 0mm から 1mm まで変化させて流動長を計算した結果を Fig. 16 に示す。空気層の大きさによって型との接触面積が変化し、流動長の計算結果が変化している。空気層高さが 0.5mm を上回る場合に溝のない型に比べて流動長が長くなる結果が得られた。本研究で実施した湯湯流れ実験での空気層高さは 0.7mm から 0.8mm 程度であり、V 溝によって流動長が長くなる領域であるといえる。空気層高さが 0.5mm よりも小さい場合に流動長が短くなる計算が得られたが、本計算モデルは、接触面積を過剰に評価しているため実際の鑄造過程でこのような影響が生じるかは明らかではない。本研究で実施した実験では、十字溝型の交点で空気層高さが 0.5mm を下回っている。試験片山部の表面からは金型と良好に接触した様子は観察されないが、より現場に近い条件で鑄造した場合に接触面積が減少するか検討が必要である。

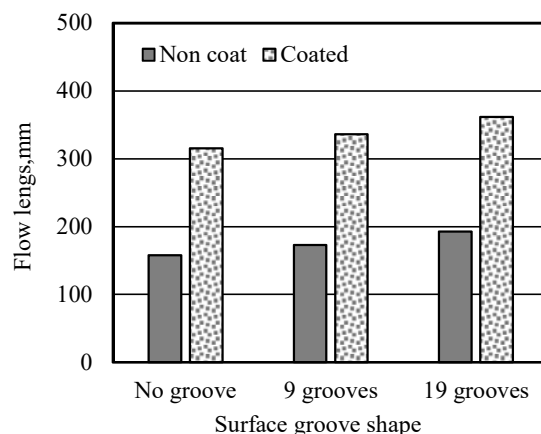


Fig. 15 Calculation flow length by Flemings's equation

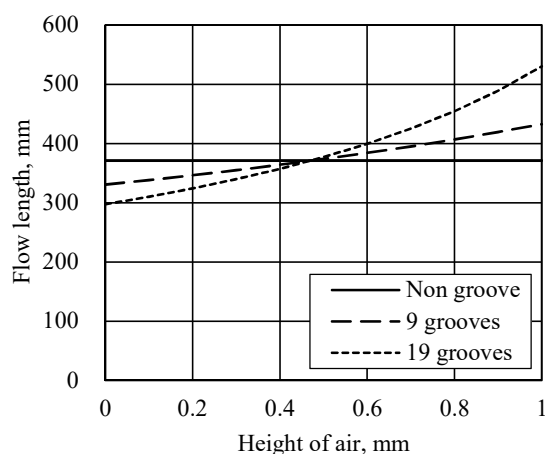


Fig. 16 Effect of height of air on flow length (Coated)

3.6 流動長の比較

湯流れ実験、CAE、Flemings の式で得られた流動長を Fig. 17, Fig. 18 に示す。塗型のない条件では V 溝により流動長が長くなる傾向は一致しているものの、Flemings の式による理論計算では短い結果となった。

一方、塗型の有る条件では CAE と理論計算の結果はよく一致した。これは塗型ありの CAE の結果から流速の入力値を決定した影響も含まれるが 1 割程度の誤差であり、計算モデルによる違いと考えられる。しかし、実験結果は、V 溝による効果が十分表れていない。CAE 及び理論計算では、熱伝達係数と流動限界固相率の入力値によって、流動長さが大きく変わるので、今後はさらに検討が必要と思われる。

特に熱伝達係数は、定数で与えており、温度や時

間に依存する関数として与えることで計算精度の向上が見込めると考えられる。塗型のない条件では表面のガス欠陥の影響についても考慮する必要がある。

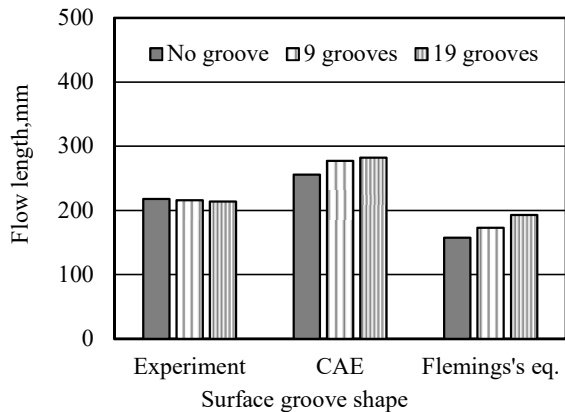


Fig. 17 Comparison of flow length (No coat)

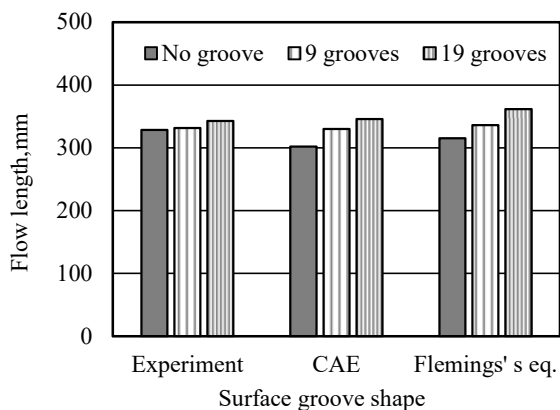


Fig. 18 Comparison of flow length (Coated)

4. まとめ

従来経験的に行われていた金型表面への溝加工により流動性が向上するメカニズムを明らかにし、効果を定量化するため、V溝加工を施した鋳型を用いて AC4C 合金の湯流れ実験を行った。また実験をモデル化し、CAE および流動長の理論式による解析および計算を行い、実験結果との整合性を評価した。その結果、以下のことがわかった。

- (1) 湯流れ実験において、塗型なしでは差を生じなかったが、塗型がある場合には V 溝加工により流動長の向上が見られた。
- (2) 十字溝では流動長は長くならなかったが、特

に塗型なしで幅方向の充填が良好で、充填プロセスにおいて V 溝が湯流れ挙動に影響する可能性が示唆された。

- (3) 塗型なしの実験では塗型ありの実験や計算のように流動長に差が表れず、試験片表面にはその原因と考えられる次の特徴がみられた。
 - ・ 塗型のない条件では溝のない平面部にガスの巻き込みと考えられる凹部を生じた
 - ・ ガスの巻き込みは平面部の少ない溝 19 本では生じなかった
 - ・ 十字溝ではガスは多数の平面部に分散し、大きな凹部が生じなかった
- (4) V 溝が溶湯と金型との接触面積を低減することで熱伝達が小さくなることを想定したモデルにより CAE、理論式で流動長を計算し、実験と同様 V 溝で流動長が長くなる結果を得た。計算による流動長の増加は実験のものより大きく、本モデルにはさらなる検討の余地がある。

謝辞

本研究に取り組むにあたり、終始懇切丁寧に御助言いただいた鈴木克美名誉教授、解析について多大な御指導・御協力をいただいた株式会社ユーイーエス・ソフトウェア・アジアの木島秀弥様、データ提供などさまざまな御協力をいただいた株式会社ヤマハ発動機の小倉純一様とご協力いただいた皆様に深く感謝致します。

文 献

- 1) 公益社団法人日本鋳造工学会 編集委員会, 基礎から学ぶ鋳造工学 (2015)
- 2) 西直美: わかる! 使える! 鋳造入門, 日刊工業新聞社, pp.114-115(2018)
- 3) 牧海佑, ものつくり大学大学院 平成 26 年度修士論文「金型鋳造における溶融アルミニウム合金の流動性に関する基礎研究」
- 4) 株式会社ユーイーエス・ソフトウェア・アジア, JMatPro 製品情報, <http://www.usi-asia.com/index.html>
- 5) 山浦秀樹: 金型鋳造法, 低圧鋳造法, 鋳造工学, Vol.86, No.7, pp.569-574(2014)
- 6) M.C.Flemings : Solidification Processing, McGraw-Hill, pp.219(1974)

論文 article

行田市中心市街地の活性化施策が 住民のまちづくり意識に及ぼす影響に関する基礎的研究

原稿受付 2020 年 8 月 3 日

ものづくり大学紀要 第 号 (2010) 43 ~ 48

菰塚玲奈^{*1}, 田尻要^{*2}, 守家志^{*3}, 木村奏太^{*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} ものづくり大学 非常勤講師

^{*4} 埼玉県立いずみ高等学校 環境建設科 技術教員
(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)

Basic research of affects for residents' awareness of city planning by activation measure in central area of Gyoda city

Reina NIRAZUKA ^{*1}, Kaname TAJIRI ^{*2}, Kazushi MORIYA ^{*3}, Souta KIMURA ^{*4}

^{*1} Graduate student, Graduate School of Technologists, Institute of Technologists

^{*2} Professor, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists, Dr. Eng

^{*3} Part-time Lecturer, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists

^{*4} Technical Teacher, Dept. of Environment and Construction, Saitama Prefectural IZUMI High school
(Graduate, Graduate School of Technologists, Institute of Technologists)

Abstract

By the Urban Planning Law of 1992, it has become the duty to reflect the opinions of citizens in town planning. Workshop Nationally general that citizens participate. Also, in the continuously vibrant municipality, a citizen often works on community building in independent way personally. But, there are not study examples that evaluated the influence that independence gives to a workshop quantitatively. In this research, I am Focusing on each utterance contents and independence at the held workshop in Saitama prefecture Gyoda city, the study of effective workshops. Divided independence into six factors were quantitatively evaluated. utterance content was evaluated by classifying the quantity and quality of utterance. In the relationship between the distance and independence from the theme, it was found that spontaneity and self-assertion is high. People who have this independence is considered to be an ideal person to workshop. By this person to participate in the workshop, it can be carried out effective workshops.

Key Words : Planning city, Citizen participation ,Independence, Meaningful workshop, Consensus building,

1. はじめに

1992 年の都市計画法の改正では、まちづくりに関する施策の立案や実施効果について、住民の意見や評価を反映させることが義務化¹⁾されており、主に住民意識を指標とした検証が不可欠となって

いる²⁾。

行田市では、2013 年度に策定された「都市計画マスタープラン」³⁾の一環として、2015 年度より 5 カ年計画で中心市街地活性化を目指したハード面の整備に関する「秩父鉄道行田市駅周辺地区都

市再生整備計画」⁴⁾が進められている。

事業最終年度にあたる本研究では事業効果の検証が必要であることから、住民意識の変化を指標として、当該事業効果と住民のまちづくり意識に及ぼす影響について調査を実施した。

2. 調査の概要

2.1 住民意識調査の概要

調査の概要を Table1 に示す。本調査は整備事業開始年、整備事業実施年、整備事業終了年にあたる 2015 年度・2017 年度・2019 年度の隔年で調査を実施し、整備事業の評価および住民のまちづくり意識への影響把握を行った。当該事業は行田市の中心市街地が事業対象地区であるが、波及効果も把握するために事業対象地区外も調査の範囲とした。また、事業効果の指標として Table2 に示すように住民のまちづくりに関する満足度について 6 カテゴリー 31 項目を設定した。

Table1 Survey outline

No.	カテゴリ	実施内容
1	調査手法	個人を記名式によるアンケート調査 各家庭2部配布(回収部数は個人の任意)
2	調査対象	事業対象地区 行田市駅周辺地区を中心市街地とし、 1100世帯(1年目)・600世帯(3年目)・1100世帯(5年目) 中心市街地以外を事業、商業部に分類 該当地区に居住している住民から 年代別で無差別抽出した各510世帯
3	調査期間	1年目 2015年11月30日(月) 3年目 2017年10月18日(水) 5年目 2019年10月1日(水)
4	配布方法	ポスティング形式 郵送配布形式
5	回収方法	現金受け取り人払い
6	回収/配布(部) (世帯数ベース)	1年目 286/1100 356/1530 3年目 93/600 248/1530 5年目 112/1100 242/1530
7	回収率(%)	1年目 26.0 23.3 3年目 15.5 16.2 5年目 10.2 15.8

Table2 Classification table applied to town development satisfaction

No.	カテゴリ	まちづくり満足度の31項目	No.	カテゴリ	まちづくり満足度の31項目
1	医療福祉	健康づくり・保健サービス	17	防災防犯	暴力や犯罪がすぐないこと
2		医療機関やその体制	18		夜間の生活道の明るさや歩道の安全性
3		高齢者・障害者の福祉サービス	19		災害時の避難路及び避難場所の整備
4		基地の整備	20		災害の発生時の対応や防災対策
5	社会資本	公共施設等のバリアフリー化	21	教育文化	交通安全や防犯などのまちの安全性
6		雇用の場、就労対策	22		消費者保護のための相談体制と情報提供
7		公共下水道や農業集落排水施設の整備	23		子育て支援サービス
8		上水道の整備	24		児童・生徒の教育
9	暮らしの快適性	情報基盤の整備や地域情報化への取組み	25	交通インフラ	生涯学習などの学びの施設や機会
10		公害対策やごみの減量化への取組み	26		スポーツ・レクリエーションの施設や機会
11		ごみの収集・処理サービス	27		伝統的な文化・芸能の保全や活用
12		身近なコミュニティの場、雰囲気	28		広域的な幹線道路の利便性
13	暮らしの快適性	公園や緑地の整備や確保	29	交通インフラ	身近な生活道路の安全性や快適性
14		行田市の自然環境	30		秩父鉄道行田市駅の利便性
15		買い物の利便性	31		バス交通の利便性
16		市街地の美しさや快適性			

3. 分析の概要

本調査の対象地域を Fig.1 に示す。整備事業は行田市中心市街地が事業対象地区(以降対象地区と略)であるが、整備事業の波及効果も把握し面的に整備事業効果の評価することを目的とするために、事業対象地区外(以降対象地区外と略)も調査の範囲とした。



Fig.1 Map around the project area

4. 調査の結果・分析

4.1 整備事業の認知度

整備事業の認知度を Fig.2 に示す。整備事業の認知度について 2017 年度以降は整備事業の内容を“知っている”回答者が増加傾向にある。整備事業が終了した 2019 年度においての認知度は約 5 割を占めていることから、整備事業の完了に伴い整備事業の認知度向上に繋がったと考えられる。

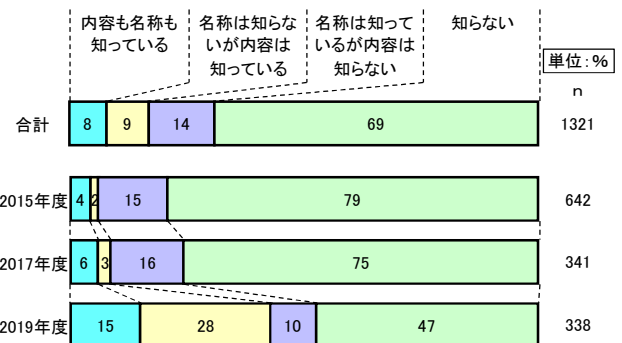


Fig.2 Awareness of a maintenance project

4.2 整備事業の効果

対象地区別のまちづくり項目に着目した整備事業効果を Fig.3 に示す。満足度の算出法は各まちづくり満足度の最も評価の高い“満足”を 100 点、最も評価の低い“不満”を 0 点、中間評価は等間隔にて点数を算出し平均化した。各地区の経年に着目すると対象地区では“交通インフラ”と“暮らしの快適性”に改善がみられた。いっぽうで“社会資本”“防災防犯”に対しては改善を要望していることがわかった。対象地区外ではいずれの項目においても改善を要望しており、特に“暮

らしの快適性”に対して改善要望が高いことがわかった。また、最低評価項目は“市街地の美しさや快適性”であった。対象地区での整備事業の進行により、対象地区外においても同様の整備事業を求めていることから、結果として“暮らしの快適性”の評価の低下に繋がったと考えられる。

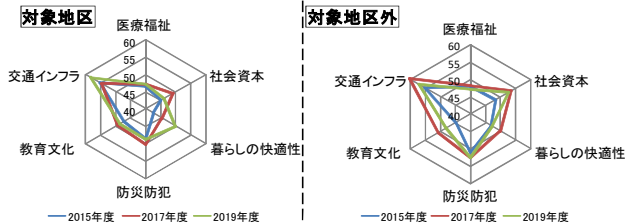


Fig.3 Maintenance project effect focusing on town development items by target area

また、整備事業対象地区において改善がみられた「交通インフラ」「暮らしの快適性」における評価項目の詳細を Fig.4 に示す。整備事業の進行により改善がみられた項目は、“市街地の美しさや快適性”であることがわかる。整備事業の進行に伴い、住民の住環境の改善に結びつき評価の向上に繋がったと考えられる。また、“公園や緑地の整備や確保”において上昇したことがわかる。これは、整備事業の一環として行われたバスターミナル内の緑化活動が一定の評価を得たことが要因と考えられる。

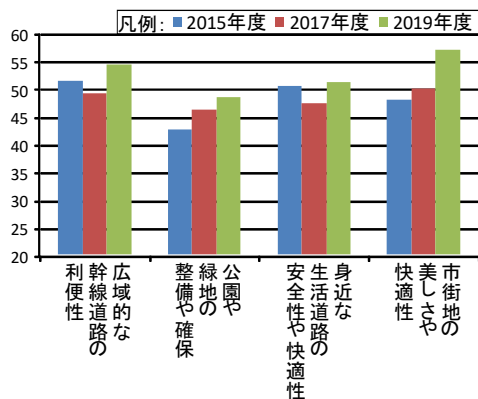


Fig.4 Details of town development evaluation items that showed improvement

4.3 まちなみ満足度と整備項目の関係

まちなみ満足度の評価別にみたまちづくり評価項目の関連性を CS 分析を用いて Fig.5 に示す。項目は前述で述べた「交通インフラ」「暮らしの快適性」を選別している。縦軸はまちなみ満足度、横軸はまちづくり評価項目の重要度を示す。右上

の項目が、まちなみに満足している回答者が重要視している項目である。分析より、まちなみ満足度の高い回答者が評価している項目としては、

“行田市の自然環境”が挙げられている。いっぽう、まちなみ満足度は低い重要改善項目として、“市街地の美しさや快適性”“公園や緑地の整備や確保”“身近な生活道路の安全性や快適性”が挙げられていることがわかった。中心市街地のみ行われた整備事業であったため、行田市のまちづくり評価は一定数あるものの、まちなみとして評価した場合、行田らしさに不満を抱える住民がいるものと考えられる。

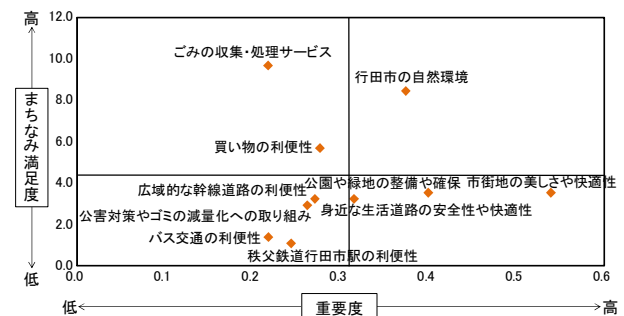


Fig.5 Relevance between townscape and satisfaction and maintenance item

4.4 整備事業の振り返り

まちづくり満足度に着目した整備事業の評価を Fig.6 に示す。普段からまちづくり意識が高い住民の約 2 割は整備事業について“とても満足している”“まあまあ満足している”と回答していることがわかる。行田市としてのまちづくりの方向性を十分に理解していることによって、整備事業が行田市において効果的な取り組みと判断していると考えられる。いっぽう、意識の低い住民の約 4 割の回答者が“あまり満足していない”“満足していない”と回答している。以上より、まちづくりへの関心の有無によって、整備事業に対する評価が二分されていると考えられる。

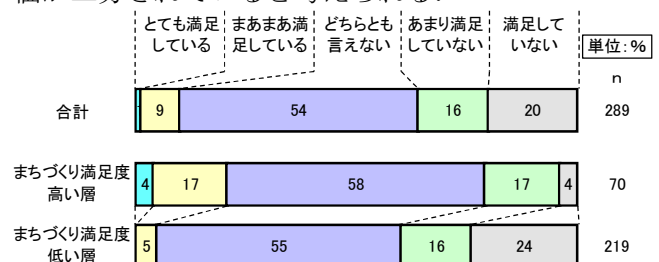


Fig.6 Swing return marks of the maintenance business

5. 事業効果とまちづくり意識の関係性

以降ではまちづくり意識に着目し、整備事業が住民のまちづくり意識に及ぼす影響について分析を行う。なお本項では、まちづくり意識の高い層に着目して分析を行う。

5.1 経年変化に着目した地域活動意向

経年変化に着目した地域活動の意向の変化を Fig.7 に示す。まちづくり意識の高い住民は、整備事業の進行に伴い地域活動への参加意向が上昇し、2019年度では“参加したい”回答者が約6割を占めている。八幡通りにおける歴史的街路整備等が目に見えて進行することによって、行政施策への関心やそれに類する住民活動への興味が醸成されたと考えられる。

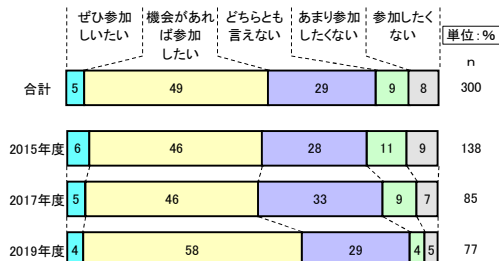


Fig.7 Intention of local activities focusing on secular change

5.2 まちづくり意識と地域活動の頻度

まちづくり意識に着目した地域活動の頻度を Fig.8 に示す。活動の頻度を経年で分析すると、地域活動に“よく参加している”回答者が上昇傾向にある。また、2017年度に比べ2019年度では地域活動に“たまに参加している”回答者が増加していることがわかる。これは、歴史的街路整備等といった各道路整備に関するまちづくりが2019年度を持って完了し、ハード面の変化から住民の地域活動の意欲が向上したことで活動頻度の向上に繋がったと考えられる。

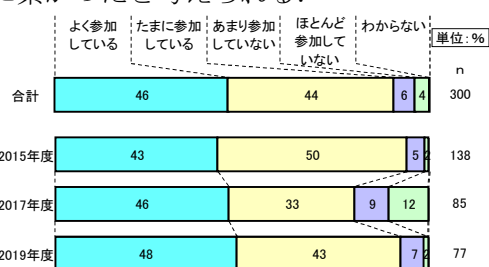


Fig.8 Town planning satisfaction and frequency of the local action

5.3 事業評価とまちづくり意識の関連性

整備事業評価とまちづくり意識の関連性を数量化II類分析を用いて表した図を Fig.9 に示す。整備事業を評価している回答者は、地域活動に“ぜひ参加したい”との割合が高く、まちづくりに対する満足度も高い傾向にあることがわかる。いっぽう、地域活動の意向が低く、まちづくりへの評価が低い回答者は整備事業への評価も低い傾向にあることから、整備事業の評価とまちづくりへの意識に一定の相関性があることがわかる。

整備事業のようなハード面を主とした施策は、ソフト施策とは異なり目に見えて変化を認識できることから、まちづくりに関心を持つきっかけとして機能していると考えられる。

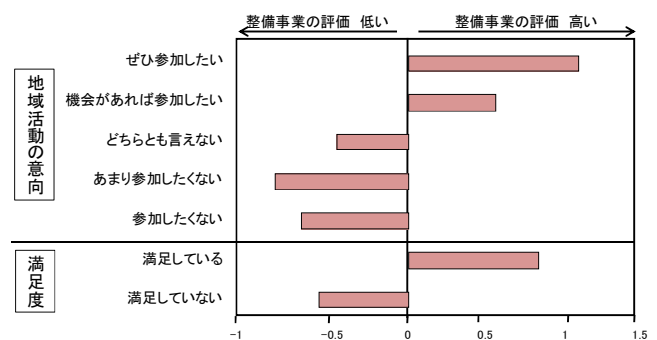


Fig.9 Relevance between of a maintenance business evaluation and town planning consciousness

5.4 整備事業とまちづくり意識の関係

本研究より整備事業の実施によってまちづくり意識の異なる層それぞれに意識変化を及ぼしたことがわかった。整備事業が住民のまちづくり意識に及ぼす影響を Fig.10 に示す。まちづくり意識が高い層に着目すると、整備事業が住民活動の活性化に貢献したことがわかった。いっぽう、活動の規模拡大や活動内容の充実等においては効果がみられないことから、整備事業とは別の施策展開が必要と考えられる。また、意識が低い層においては、整備事業の認知度の向上には影響を及ぼしたものの、まちづくりへの興味の醸成において十分な効果が得られなかったことがわかる。したがって、意識が高い層とは異なり住民活動や行政施策への興味が醸成するような取り組みが必要と考えられる。

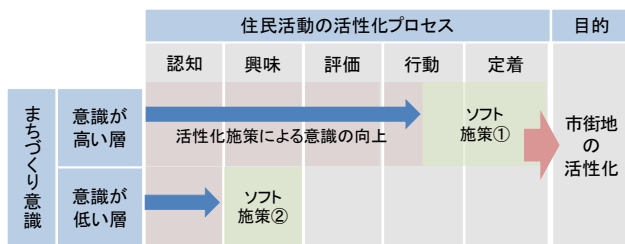


Fig.10 Effect of maintenance projects on residents' awareness of town planning

5.5 地域活動意向とまちづくり要件

地域活動の意向について、まちづくりに必要な取り組みとの距離によって相対的な影響度を示すコレスポネンズ分析を Fig.11 に示す。地域活動意向の高い住民は“市民人材の発掘・活用の仕組みづくり”“まちづくりや地域活動リーダー育成”を必要とする傾向にある。したがって、行田市において住民活動を定着させるためには、リーダーの育成や活動をサポートする仕組みの醸成といったソフト面のサポートが必要と考えられる。

また、活動意向が中度の住民は“活動参加の機会やきっかけ・場づくり”“多様なボランティアの育成”を必要としている傾向にあり、地域活動に興味を持っているものの、参加するきっかけや取り組み内容に不安を抱いていることがわかる。これらの層に対しては、地域活動参加へのハードルを下げる必要があると考えられる。

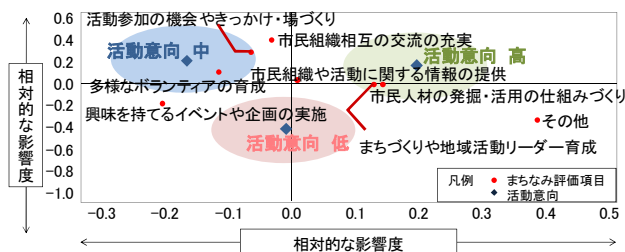


Fig.11 Approach necessary for town planning by local action intention

5.6 まちづくり意識の向上に関する項目

まちづくり意識の向上を目的に各まちづくり項目で取り組むべき事項を把握するため、まちづくり満足度を目的変数に設定し CS 分析を行った。分析結果を Table3 に示す。「交通インフラ」に着目すると、整備事業進行中である 2017 年度において最重要改善項目であった“身近な生活道路の安

全性や快適性”が整備完了時の 2019 年度では、“行田市駅の利便性”に変化している。整備事業による各道路整備が、一定の評価を得たことが影響していると考えられる。また、2019 年度の各項目に着目すると、「医療福祉」における“公共公益施設等のバリアフリー化”や「暮らしの快適性」における“市街地の美しさや快適性”といったハード面に関する改善項目が挙げられていることがわかる。今後これらの項目を考慮したハード面の整備を実施することにより、整備事業の評価向上に加え、地域住民のまちづくり意識の向上に寄与すると考えられる。

Table3 Items that affect the improvement of town planning awareness

項目 年度	医療福祉	社会資本	暮らしの 快適性	防災防犯	教育文化	交通インフラ
2015年度	公共公益施設等の バリアフリー化	雇用の場・ 就労対策	身近なコミュニティ の場・雰囲気	災害の発生時の 対応や防災 対策	生涯学習など 学びの施設や 機会	バス交通の 利便性
2017年度	基地の整備	情報基盤の整備や 地域情報化への 取り組み	身近なコミュニティ の場・雰囲気	消費者保護の ための相談体 制と情報提供	子育て支援 サービス	身近な生活道 路の安全性や 快適性
2019年度	公共公益施設等の バリアフリー化	情報基盤の整備や 地域情報化への 取り組み	市街地の美しさや 快適性	交通安全や 防犯など まちの安全性	スポーツ・ レクリエーショ ンの施設や 機会	秩父鉄道 行田市駅の 利便性

6. 本研究で得られた知見と展望

本研究で得られた知見と今後の展望を示す。

- ①対象地区の傾向からハード面の整備が進行するにつれ、“交通インフラ”“暮らしの快適性”のまちづくり評価が改善されていることがわかった。今後は他の評価項目を向上させるための施策を展開することで、行田市のまちづくり評価向上に繋がると考えられる。対象地区外においてもハード面の整備を推し進め住民のまちづくり評価の改善を行うことで、行田市全域における評価向上に繋がると考えられる。
- ②整備事業の実施によって、“市街地の美しさや快適性”“身近な生活道路の安全性や快適性”の評価が向上したことがわかった。また、行田市のまちなみ満足度の向上においては、上記の項目に加え“公園や緑地の整備や確保”の評価向上が最も効果的であることがわかった。今後はこれらの項目を重点においたハード面の整備を実施することにより、まちなみに対する住民の評価向上に寄与すると考えられる。
- ③整備事業評価とまちづくりに関する各意向の関連性の分析によって、整備事業の評価と住民

行田市中心市街地の活性化施策が
住民のまちづくり意識に及ぼす影響に関する基礎的研究

のまちづくり意識に一定の相関性があることがわかった。また、住民のまちづくりへの意識に着目すると、その差異によって地域活動意向への影響度に違いがみられることがわかった。今後はハード面の整備を軸として、それぞれの層に適した施策を行うことによって整備事業をより効果的に展開、住民活動の活性化に寄与しうると考えられる。

- ④地域活動意向に着目すると、まちづくり意識が高い住民は整備事業に伴い地域活動の頻度が向上している。これは目に見える整備事業の進行が行政施策への関心や活動のきっかけづくりに寄与したと考えられる。いっぽう、地域活動の更なる活性化においては影響がみられないことから、整備事業とは別に“まちづくりや地域活動リーダー育成”“市民人材の発掘・活用の仕組みづくり”等のソフト面でのサポートを実施し、地域活動の土台形成を行うことが必要と考えられる。
- ⑤まちづくり意識が低い住民では、ハード面の整備によって行政施策や住民活動の認知の向上をもたらしたが、それ以降の地域活動意向に影響を及ぼさないことがわかった。これらの層に対しては、「医療福祉」における“公共公益施設等のバリアフリー化”や「暮らしの快適性」における“市街地の美しさや快適性”に関するハード面の整備の実施によって、効果的にまちづくり意識を向上させることが重要であると考えられる。

謝 辞

本研究は国土交通省「社会資本総合整備計画」の助成により、行田市都市計画課と共同で 5 カ年計画の中で進行中（5 年目）の事業である。関係各機関に深謝申し上げます。

文 献

- 1) 行田市都市整備部都市計画課:行田市都市計画マスタープラン水と緑と歴史がおりなす笑顔あふれるまちぎょうだ,pp2-5,2012.
- 2) 行田市都市整備部都市計画課 他関連課:都市再生整備計画秩父鉄道行田市駅周辺地区,pp1-8,2015.
- 3) 行田市市民公益活動推進委員会 行田市:行田市市民公益活動推進基本計画～協働のまちづくりを目指して～,pp3-8,2015.
- 4) 塚田伸也ら:市街地の成立要件から捉えたまちづくりの住民満足度と課題について,都市計画論文集 40(0),128-128,2005.
- 5) 栗原真行ら:社会資本政策に対する住民の意識構造,都市計画論文集 36(0),907-912,2001.

論文 article

ものづくり大学建設学科における 長期インターンシップの効果と就業観の形成に関する研究

原稿受付 2020 年 8 月 3 日

ものづくり大学紀要 第 10 号 (2020) 49 ~ 54

菰塚玲奈^{*1}, 新井達也^{*2}, 田尻要^{*3}, 守家志和^{*4}, 木村奏太^{*5}

^{*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} ものづくり大学大学院 ものづくり学研究科 ものづくり学専攻

^{*3} ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科

^{*4} ものづくり大学 非常勤講師

^{*5} 埼玉県立いずみ高等学校 環境建設科 技術教員

(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)

A study on the effects of long-term internship and the formation of employment at Monotsukuri University

Reina NIRAZUKA ^{*1}, Tatsuya ARAI ^{*2}, Kaname TAJIRI^{*3}, Kazushi MORIYA ^{*4}, Souta KIMURA ^{*5}

^{*1} Graduate student, Graduate School of Technologists, Institute of Technologists

^{*2} Graduate student, Graduate School of Technologists, Institute of Technologists

^{*3} Professor, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists, Dr. Eng

^{*4} Part-time Lecturer, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists

^{*5} Technical Teacher, Dept. of Environment and Construction, Saitama Prefectural IZUMI High school
(Graduate, Graduate School of Technologists, Institute of Technologists)

Abstract

In recent years, internships (hereinafter abbreviated as IS) have been attracting attention.

At Institute of Technologists, a 40-day long-term IS is conducted.

According to the report on student satisfaction in basic internships compiled by the Institute of Technologists, about 98% of students show a high level of satisfaction with IS. However, effects of IS student's employment choices and awareness of working in society are still room for consideration. Therefore, in this study, we conducted a follow-up survey on IS for all students belonging to the construction department of Institute of Technologists from 2018 to 2019. From the results of the survey, current long-term IS gained high satisfaction from students but it is guessed that many students have not been utilizing their experiences enough.

From the above, assisting students is important to reduce problem such as miss-match. For that reason, it is necessary to conduct IS which is easy students to image awareness of working in society clearly. In addition, conducting this survey over time, it can be index that makes students and company understand each other.

Key Words : Career education, Regional industry recovery, View of occupation development,

1. はじめに

近年、企業と学生間のミスマッチを低減する手段としてインターンシップ(以下 IS)が注目され、効果的な就業意識の醸成を目的とし様々な展開が検討されている¹⁾³⁾。

本学では学生の就業意識を醸成し、職能の向上を目的とした40日間の長期ISが実施されている。大学の調査では約98%の学生がISに高い満足感を示しており、今後の更なる発展が期待されているが、ISが学生の就職先選択や社会に出て働くことの意識(就業観)への影響については検討の余地が残されている⁴⁾⁵⁾。そこで本研究では、本学の建設学科に属する全学生を対象とし、2018年度から2019年度にかけてISに関する追跡調査を実施した。調査結果からISの評価および職業選択への影響度を経年比較によって検証し、就業観の形成に与える影響を分析する。

2. 調査の概要

2.1 意識調査の概要

調査概要をTable1に示す。本学建設学科の学生を対象としIS評価・就職観に関する追跡調査を2018年度～2019年度に渡って行った。また、本研究では学生の就業観をキャリア(以下 Cr と略)とプライベート(以下 Pr と略)の観点から分類し、学生がIS企業と希望就職先の選択に重視する項目を5段階評価(1～5点)で調査した。調査項目をTable2に示す。

Table1 Survey outline

No.	項目	概要
1	調査方法	経年追跡によるアンケート調査
2	調査対象	ものづくり大学建設学科学部生
3	調査日時	①2018年11月26日(月)～12月17日(月) ②2019年11月27日(水)～12月20日(金)
4	配布/回収方法	直接配布/直接回収
5	学年	1年生 2年生 3年生 4年生
6	回収部数 (回収率)	2018年度 155/189部 (82%) 145/175部 (83%) 76/124部 (61%) 109/159部 (69%) 2019年度 132/136部 (97%) 142/148部 (96%) 96/142部 (68%) 97/128部 (76%)

Table2 Overview of 5-step evaluation items

No.	キャリア(Cr)	重視度	プライベート(Pr)	重視度
1	業界・仕事内容への魅力	1～5点	給料の満足感	1～5点
2	様々な仕事に関われる環境		福利厚生充実	
3	成長・挑戦できる環境		人間関係・職場環境	
4	目指したい先輩がいる環境		育児や家庭との両立への配慮	
5	地域や社会への貢献度の高さ		労働・残業・通勤時間の短さ	
6	社名や役職等の満足度		自分の趣味の取得時間	
	合計	6～30点	合計	6～30点

3. 分析の概要

本研究では、学生のIS前後における就業観の変化を分析するためにCr, Prの各6項目の総和をCr値, Pr値とし学生の就業意識を把握する。また、数ある企業の中から学生が希望の就職先を選択する際には、①該当企業をどの程度の熱量を持って志望したか(モチベーション値)、②企業選択の際にCrとPrを重要視する割合(ワークライフバランス度)の2点が重要であると考えられるため、①モチベーション(以下 Mt)値はCr値の平均の和とPr値の平均の和
②ワークライフバランス(以下 Wlb)度=Cr値の平均の和とPr値の平均の和
と定義し、学生の就業観を分析する。

4. 調査結果・分析

4.1 各学年におけるISの期待・満足度

経年変化に着目した各学年のIS先への期待値、満足度をFig.1に示す。はじめに学年別のISに対する期待値と満足度に着目すると、IS経験前の2018年度1年生の期待値とIS経験後の2019年度2年生の満足度はともに8割近い数値である。しかしながら、就職活動開始時期の2019年度3・4年生においては、IS経験に対する満足度が低下傾向にある。このことから就職活動開始時点において、IS経験が就職活動に対する活用の余地が残されていると考えられる。

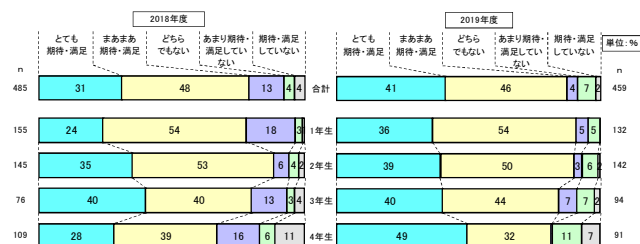


Fig.1 Expectation value and satisfaction to IS companies of each school year focusing on secular change

4.2 各学年ISにおけるMt値・Wlb度

2019年度における主要ISであった「総合建設業」「専門工事業」「設計事務所」の3業種を選択した学生に着目し分析を行った。各学年におけ

る IS 先主要 3 業種別 Mt 値・Wlb 度の分析を Fig.2 に示す. Mt 値に着目すると, 1 年生時では他学年に比べ Mt 値が高いことから IS への期待値が高いため仕事に対する Mt が上昇していると推測される. また, Wlb に着目すると 1 年生時から 2 年生時にかけて主要 3 業種ともに Pr 重視であるが, 「総合建設業」に関しては 3 年生時で 0 に近づき, 4 年生時で Cr 重視傾向に傾いたことが見受けられる. 「専門工事業」に関しても, 3 年生時には Cr 重視に一度傾くが内定先が決定した 4 年生時では Pr 重視になっていることがわかる.

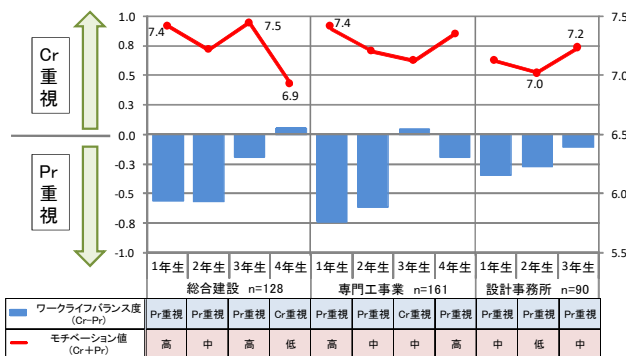


Fig.2 Relevance between Wlb value and Mt value

4.3 4 年生の就職活動への IS 先活用度

2019 年度 4 年生が 2017 年度 2 年生時に実施した IS 経験が就職活動に影響を与えたか CS 分析を用いて表したものを Fig.3 に示す. このグラフにおける重要度, 活用度が共に高い項目は「福利厚生等の制度の充実」「社名や役職等の満足度」であることがわかる. また, 「研修制度などの充実」「業界・仕事内容へ魅力がある」の項目は就職活動への影響度は高いものの重要度は低いことがわかる. したがって 2 年生時の IS においてこれらの項目を重点的に意識させることにより, 就職先選択時における IS の活用度を更に向上させることができると考えられる.

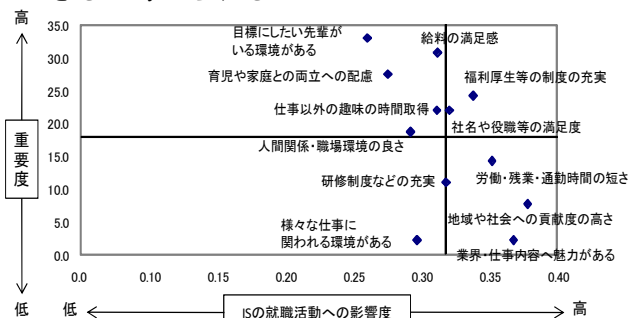


Fig.3 Utilization to job hunting of each item

4.4 希望就職先の業種傾向

2019 年度における希望就職先の業種に関する割合を Fig.4 に示す. 希望 IS 先の業種では「専門工事業」が最も多く, 次に「総合建設業」「設計事務所」となっている. それに対して希望就職先の業種でも「専門工事業」と僅差で「総合建設業」が選択されており「設計事務所」がベスト 3 にランクインしていることが明確になった. これらのことから IS 先業種と希望就職先の業種では, 全体の割合は変化しているものの希望業種に大きな変化がみられないことがわかる.

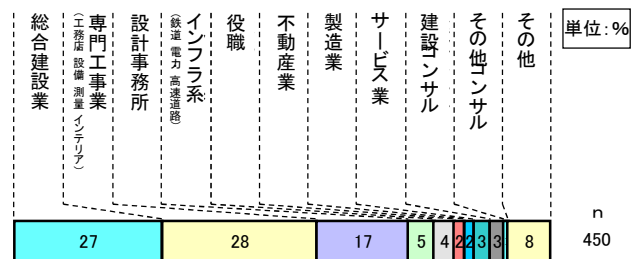


Fig.4 Desired job type

4.5 希望就職先における期待・満足度

2019 年度における希望就職先の期待・満足度を Fig.5 に示す. 希望就職先では「総合建設業」「専門工事業」に関して IS 経験前後で大きな変化がみられない. また, 4 年生の内定就職先と 1~3 年生時の希望就職先を比較すると「総合建設業」が約 2 割大幅に増加しており, 「設計事務所」が大きく減少していることがわかる. このことから「設計事務所」を志望していた学生が「総合建設業」に流れた可能性が見受けられる. また, 期待・満足度では就職活動開始時期の 3 年生において減少していることから, IS 経験が就職活動へ十分に活用しきれていない可能性が推察される.

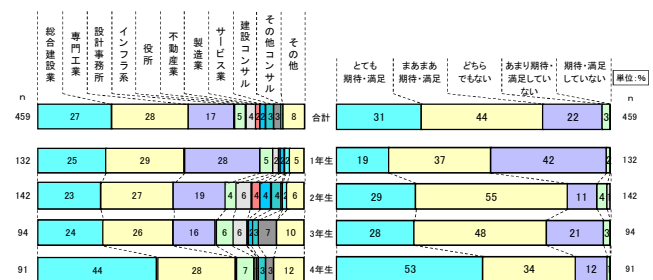


Fig.5 Expectation and satisfaction of Desired job type

4.6 4年生時の主要3業種別の意識変化

4.6.1 Cr 意識に着目した分析

2019 年度希望就職先の主要 3 業種に着目した Cr 意識に関する分析を Fig.6 に示す。就職活動を終え具体的に自身の就職先を意識し始める 4 年生時では、Cr 意識は低くないが項目の点数にばらつきがあることがわかる。また、「設計事務所」において「成長・挑戦できる環境」「目標となる先輩のいる環境」「地域や社会への貢献度の高さ」が著しく低いことから、重要視されていないことがわかる。評価平均では「総合建設業」「専門工事業」が 3.5 と高い数値となっており「設計事務所」に比べると Cr に重点を置いていると考えられる。

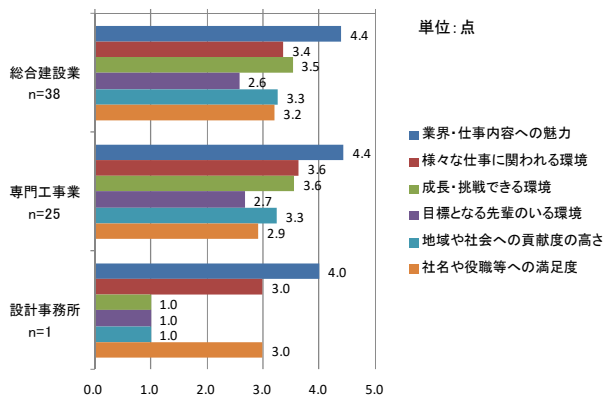


Fig.6 Analysis on Cr consciousness focusing on 3 major industries of Desired job type

4.6.2 Pr 意識に着目した分析

2019 年度希望就職先の主要 3 業種に着目した Pr 意識に関する分析を Fig.7 に示す。主要 3 業種ともに「人間関係・職場環境の良さ」が最も高く重要視していることがわかる。また、「設計事務所」では「人間関係・職場環境の良さ」以外の項目の評価は著しく低い傾向となっていることから重要視されていないことがわかる。さらに Fig.6 の Cr 項目と比較すると「総合建設業」「専門工事業」は Pr 項目の評価平均値が高く、Pr を重要視している傾向にある。また、「設計事務所」に着目すると Cr, Pr ともに評価平均値が著しく低い傾向にあるため仕事に対する Mt が低いことがわかる。

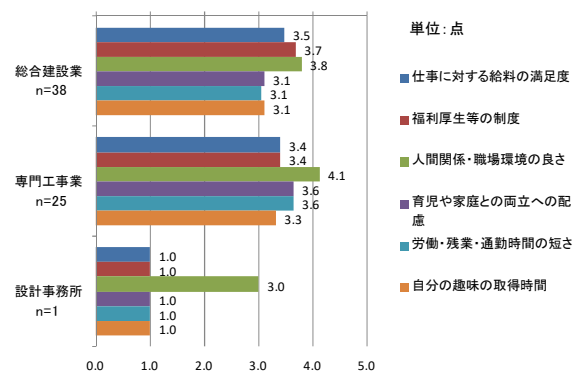


Fig.7 Analysis of Pr consciousness focusing on three major industries of Desired job type

4.7 IS 経験前後の経年意識変化

長期 IS を経験した 2019 年度年生が IS 前後の希望就職先に求める各項目の意識変化に着目し、経年で追跡分析を行った。

4.7.1 Cr 項目に関する意識変化

2019 年度 2 年生が IS 先に求める Cr に関する各項目の重要度と、就職先に求める各項目の重要度の変化を Fig.8 に示す。Cr に関する各項目の重要度に着目すると、IS 経験前後で「様々な仕事に関われる環境」「社名や役職等への満足度」が IS 後に上昇していることがわかる。反対に「目標となる先輩のいる環境」が減少しており、仕事をする上で身近にロールモデルとなるイメージ像がないことから、自分の目指すべき方向性を見いだせていない可能性がある」と推測される。

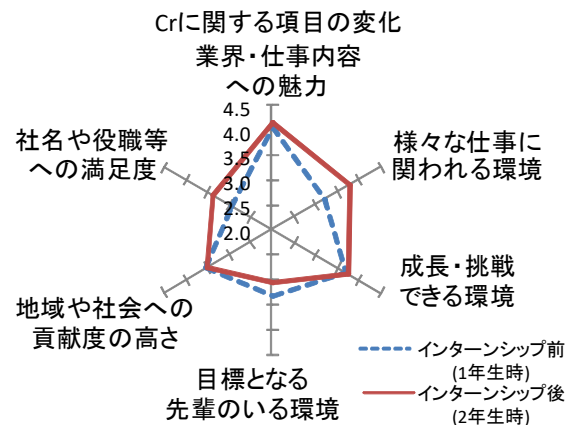


Fig.8 Average evaluation value of Cr items required for employment industry before and after IS experience

4.7.2 Pr 項目に関する意識変化

2019 年度 2 年生が IS 先に求める Pr に関する各項目の重要度と就職先に求める各項目の重要度の差異を Fig.9 に示す. Pr に関する各項目の重要度に着目すると, 先ほどの Fig.8 の Cr 項目の重要度と比べ変化がみられないことがわかる. しかしながら「自分の趣味の取得時間」が大きく上昇していることや, 全項目 3.5 以上の重要度を記していることから就職先選択時においては, Pr に関する項目に重きを置き, 仕事ばかりではなく Pr でも充実できるよう, 安定した職場環境を求める就職活動に臨む可能性が推察される.

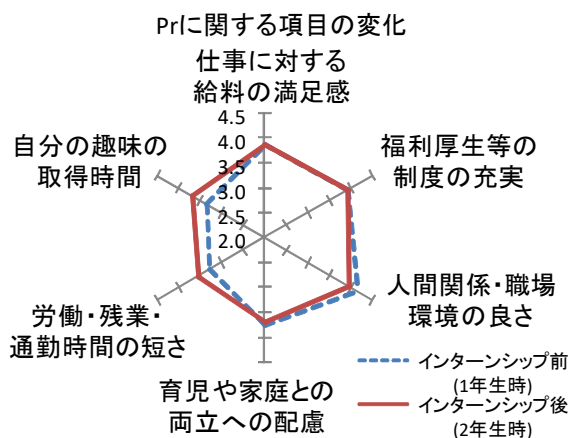


Fig.9 Average evaluation value of Pr items required for employment industry before and after IS experience

5. まとめ

今回の調査結果から以下の知見が得られた.
インターンシップ経験を踏まえた就職活動への活用について, 本学インターンシップの意識調査から 2018 年度, 2019 年度ともに 8 割の学生がインターンシップに期待・満足感を示していることがわかった. しかしながら 2018 年度 3 年生において, インターンシップ経験を軸とした就職活動は行っているが, 2019 年度 4 年生ではインターンシップ満足度が低下している傾向がみられた. また, 主要インターンシップ先の 3 業種に着目した単純業種推移では, インターンシップ経験後に希望就職先の割合は変化しているものの大きな

変化はみられない. しかし就職活動開始時期の 3 年生において, インターンシップ経験に対する満足度が低下していることがわかった.

- ① インターンシップでの就業観の形成補助について, 各学年でインターンシップ経験後のモチベーション値の変化やワークライフバランス度の偏りに減少があることがわかった. また, ワークライフバランス度はプライベート重視に対して, モチベーション値は仕事に対して重視していることがわかった. このことから長期インターンシップは学生の仕事に対する理想と現実の差を埋める重要なプロセスであると考えられる.
- ② インターンシップが就業観形成に与える影響について, 学生が就職先に求めるキャリア・プライベート項目の重要度を経年変化で分析を行った. キャリアに関する項目は「社名や役職等への満足度」「様々な仕事に関われる環境」がインターンシップ経験前後で重要視されていることがわかった. また, プライベート項目では評価平均値は高いものの全体的に変化していないことがわかった.

6. 課題と今後の展望

本校の現在行われている長期インターンシップでは学生の満足度は高いが, 経年の分析結果から長期インターンシップが必ずしも有効活用されているわけではない可能性が考えられる. また, 3 年生時における長期インターンシップの満足度・期待値が低下していることから, 長期インターンシップ経験を就職活動に十分に活用しきれていない傾向にあると推察される. しかしながら 2019 年度 2 年生のインターンシップ前後では希望就職先に求めるプライベート項目が上昇していることから, 就職先選択時において長期インターンシップは, 学生の就業観を形成するのに必要不可欠なものであると推測される. このことから長期インターンシップが学生に与えるキャリア項目の影響度は大きい, キャリアのみに限らず, プライベート項目にも就業観形成へのサポートを促し, 誤った就業観の形成補助は避けなければならない. これらのことから 40 日間の業務体験のみならず,

インターンシップの活用方法や企業選択方法等を講習する機会を定期的を実施することで、インターンシップの満足度向上ならびに就職活動における活用度を向上させることができると考える。また、業種・企業での各段階(役職)でのキャリア・プライベートの補助形成並びにプライベート面における社会人ならではの生活面を体験・学習できるような仕組みを導入することにより、業種・企業への総体的理解力の向上やワークライフバランス度の維持力向上ができ、長期インターンシップで深い業種・企業理解ができるのではないかと推察される。

以上のことから今後の展望として学生の就業観の形成を明確に促すインターンシップの実施を行い、学生と企業のミスマッチ・入社後のイメージギャップ等の減少を図り早期離職率の軽減や入社後の働きやすい就業観の形成補助を行っていく必要があると推測される。

また、本研究を今後経年で行っていくことにより、学生が自身の就業観がどのようなものなのかを理解する指標となり就業観の形成補助ができると考えられる。その他にも経年変化での傾向分析により企業側に対し自社が学生にどのように思われているのか、どのような学生を求めているのか等の指標として使用できると考えられる。

謝 辞

本研究は内閣府「少子化社会対策大綱」事業の一環として埼玉県県民生活部と共同で取り組んでいるものである。関係各位に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 平野大昌：インターンシップと大学生の就業意識に関する実証研究,生活経済研究,No.31,pp.49-65,2010.
- 2) 二上武生：工学系大学における就業観醸成型インターンシップの質保証に関する取り組み-工学院大学の事例-インターンシップ研究年報,No.20,pp.11-18,2017.
- 3) 門間由記子：中小企業におけるインターンシップ導入の課題-いしかわインターンシップを事例として-,インターンシップ研究年報 No.20,pp.19-24,2017.
- 4) 津田将行ら：大学生のインターンシップ参加が社会人基礎力に及ぼす効果に関する研究,大学教育論叢,No.2,pp.103-110,2016.
- 5) 古閑博美ら：中小企業におけるインターンシップの現状と課題,嘉悦大学研究論集,No.58,pp.37-51,2016.

論文 article

埼玉県長瀬町における新たな公共交通の
モデルプランの検証に関する基礎的研究

原稿受付 2020 年 8 月 3 日

ものづくり大学紀要 第 10 号 (2010) 55 ~ 60

鈴木雅人^{*1}, 田尻要^{*2}, 守家志和^{*3}, 木村奏太^{*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 教授^{*3} ものづくり大学 非常勤講師^{*4} 埼玉県立いずみ高等学校 環境建設科 技術教員New public transportation system in Nagatoro, Saitama Prefecture
Basic research on validation of the model planMasato SUZUKI^{*1}, Kaname TAJIRI^{*2}, Kazushi MORIYA ^{*3}, Souta KIMURA ^{*4}^{*1} Graduate Student, Graduate School of Technologists, Institute of Technologists^{*2} Professor, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists, Dr. Eng.^{*3} Part-time Lecturer, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*4} Technical Teacher, Dept. of Environment and Construction, Saitama Prefectural IZUMI High school

Abstract

The absolute number of users of public transportation in rural areas, especially bus transportation, is on a downward trend due to the decreasing population and increasing car ownership rate. However, for those who cannot drive a car, such as the elderly and the young, bus transportation is one of the necessary means of transportation. Nagatoro-Town in Chichibu-gun, Saitama Prefecture has no public transportation system except for Chichibu Railway and taxis. In order to introduce sustainable community buses, Nagatoro-Town has been implementing a four-year plan to establish a public transportation network. In FY 2017 and FY 2018, basic surveys and workshops were conducted to identify lifestyles and needs, and we have examined operation plans. Based on these data, we conducted a demonstration experiment in FY 2019. In this study, we conducted attitude survey of the users and the residents' after the experiment in FY 2019, in order to identify the stakeholders who are likely to use the system and to verify the effectiveness of the model plan. The results of the study revealed that the stakeholders most likely to use the system were elderly people for shopping and medical care purposes.

Key Words : Planning city, Public transportation, Mid-mountainous region, Demonstration experiment

1. はじめに

地方における公共交通機関、特にバス交通に関しては、人口の減少や自動車保有率の増加に伴い、利用者の絶対数は減少傾向にある¹⁾。しかしながら、高齢者や年少者など自動車を運転できない人達にとってバスは必要な移動手段のひとつである。また、全国の自治体では、地域住民の公共交通機

関のひとつとして、自治体が運営あるいは民間の運営事業者へ運営を委託するバス事業、いわゆる「コミュニティバス」の導入を進めている²⁾。しかし、時代の変遷により时时刻刻と変化する移動需要に対応したコミュニティバスを運行することが難しく、それらサービスの整備、継続が課題となっている^{3,4)}。

埼玉県秩父郡長瀬町においては、秩父鉄道とタクシーを除いた町内の移動を支える公共交通が運行しておらず、住民、特に自動車を運転できない高齢者などの交通弱者は移動が困難な状況にある。そこで、長瀬町では持続可能なバス等の公共交通を導入すべく、2017年度より4ヵ年計画で長瀬町「公共交通網形成計画事業⁵⁾」に取り組んでいる。

公共交通の長期的な利用需要を享受するためには、利用者である住民の意識および移動特性を把握し、住民にとって最適な公共交通を検討する必要があると考えられる⁶⁾。2017年度には基礎的調査からライフスタイルの把握、ニーズの把握等の基礎的部分を把握するために意識調査を実施し、2018年度には定量的かつ定性的なデータをもとに運行プランの検討を行った。また、それらのデータを元に2019年度では、事業を請け負う交通事業者の選定、および交通事業者を加えて実現可能な運行プランの検討を行い、実証実験を実施した。

そこで本研究では、2019年度に実施した実証実験後に実証実験の利用者を対象とした意識調査および全住民を対象とした意識調査を実施し、利用可能性が高いステークホルダーの抽出とモデルプランの効果検証を行った。

2. 実証実験の結果

2.1 実証実験の概要

長瀬町で実施した実証実験の概要をTable1に示す。2018年度の意識調査およびワークショップより長瀬町においては、新たな公共交通サービスに対する高い利用意向、および買い物などの移動頻度の高い目的での利用が望まれていることから、実証実験では長瀬町の地域特性に配慮した公共交通についての運行プランの模索を目的とし、「デマンド乗り合いタクシー(以降“デマンド型”と略)」と「路線バス」の2種類のプランを実施した。

Table 1 Outline of the Demonstration Experiment

No.	項目	デマンド乗り合いタクシー	路線バス
1	利用者対象	長瀬町に住民登録のある方	
2	運行期間	10月21日(月)～11月13日(水)	11月25日(月)～12月16日(月)
3	運行区域	長瀬町内全域	
4	運行ルート		北側巡回ルート 1日10便 7時～18時台発 南側巡回ルート 1日12便 7時～19時台発
5	運行頻度(時間)	1便(8:00台)、2便(10:00台)、3便(13:00台)、4便(15:00台)	1時間に1本(7:00～19:00台の運行)
6	料金	1回ごとの乗降 300円	1回ごとの乗降 100円
7	車両タイプ	ミニバンタイプ	ミニバンタイプ 大型ワゴンタイプ(10時～) ミニバンタイプ(17時～)
8	乗車定員	6名	6名 9名 6名
9	乗降箇所		43箇所

2.2 「デマンド型」の利用状況

長瀬町で実施した「デマンド型」の実証実験の概要をTable2に示す。「デマンド型」は事前に電話で予約し、自宅と乗降所を乗り合いで結ぶ運行形態である。利用対象者は長瀬町に住民登録があり、事前に利用者登録した人物である。

運行期間は約1ヵ月の運行における総登録申請者数は207名であり、のべ利用回数は73回であった。利用者は70代が約5割、80代が約3割を占めており、主な利用層は高齢者であった。また、実証実験の利用者の居住地区に着目すると、町内全26地区のうち、8地区での利用があった。

Table 2 Usage situation of Demand Type

No.	項目	2019年10月21日(月)～ 2019年11月13日(水)
1	運行期間	
2	稼働日	15日
3	総登録申請者	207名
4	登録かつ利用者	31名
5	のべ利用回数	73回
6	運行便数	34便
7	稼働率 (運行便数/総便数)	34.7%
8	乗り合い率 (のべ利用回数/運行便数)	2.15名
9	乗降所数	町内43か所
10	主な目的地	公民館、長瀬町役場、病院 上長瀬駅、波久礼駅、長瀬駅
11	主な利用層	70歳以上の高齢者

①「デマンド型」の利用日と利用時間

利用者の利用日をFig.1に、利用時間帯をFig.2に示す。平日の需要が高いことがわかる。また、実証実験開始から約2週間後に利用が集中していることがわかり、期間中の日曜日の利用がなかったことがわかる。また、4つの便の中で10:00台の便の利用が最も多いことがわかる。

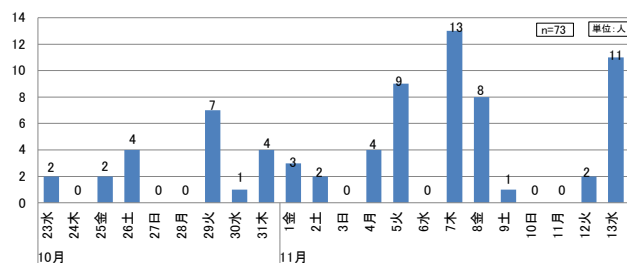


Fig. 1 Date of demand type use

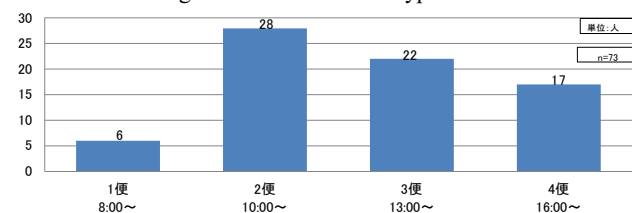


Fig. 2 Hours of use for demand type

なお、乗車時間は各停留所の通過予定時刻を参考に算出したものであり、実際の乗車時間と異なる場合がある。

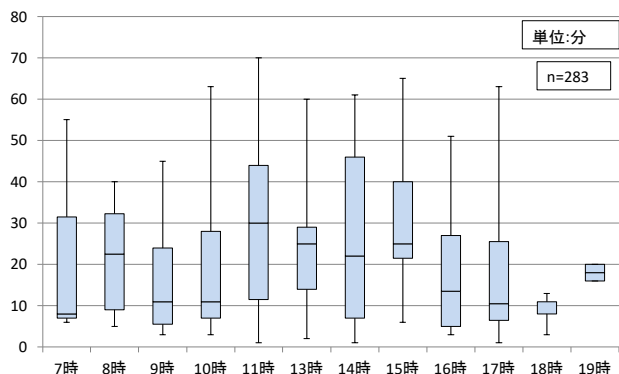


Fig. 9 Route bus boarding times by time of day

③「路線バス」の利用目的

利用者の「路線バス」の利用目的を Fig.10 に示す。“買い物目的”が最も多く約4割を占めていることがわかる。

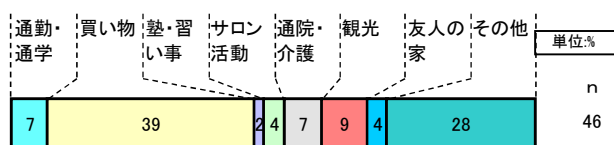


Fig. 10 Purpose of Route Bus Type Use

④「路線バス」が公共交通導入による外出頻度に及ぼす影響

利用者の公共交通導入による外出頻度を Fig.11 に示す。回答者の約6割が“外出できる手段が増えるので、外出頻度は増える”と回答していることがわかる。

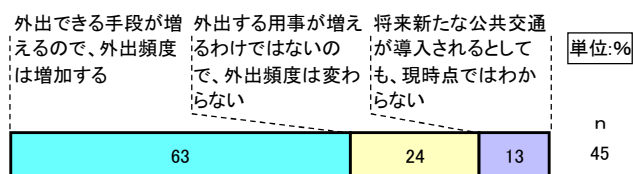


Fig. 11 The impact of bus routes on the frequency of travel due to the introduction of public transportation

⑤「デマンド型」と「路線バス」の便利度の評価

利用者の「デマンド型」と「路線バス」の便利度を Fig.12 に示す。「デマンド型」と「路線バス」の両方を利用した回答者のうち、「デマンド型」に利便性を感じ“どちらかというデマンド乗り合いタクシー”“どちらもよかった”と回答した割合が約8割、「路線バス」に利便性を感じ“どちらかという路線バス”“どちらもよかった”と

回答した割合が約3割であることがわかる。



Fig. 12 Assessing the Convenience of Demand and Route Buses

3. 調査の概要

長瀬町全世帯の公共交通の意識・意向について長瀬町全域での調査を行った。調査の概要を Table4 に示す。

Table 4 Survey Summary

No.	項目	実施内容
1	調査方法	アンケート調査
2	調査対象	長瀬町全世帯
3	調査日	2019年11月11日(月)、12日(火) 13日(水)、18日(月)
4	調査時間	10:00~15:00
5	調査場所	長瀬町全世帯
6	配布方法	訪問時配布(不在時はポストに)
7	回収方法	料金受取人払いでものづくり大学田尻研究室へ郵送回収
8	回収/配布部数	395世帯/2456世帯
9	回収率(回答者ベース)	16.1%
10	合計回収部数	395部

4. 調査結果

4.1 回答者のカテゴリ分類の定義

実証実験の理解、利用に関するカテゴリ分類を Table5 に示す。実証実験を利用した人物を対象とした利用者アンケートおよび住民対象の公共交通の要望に関する意識調査の質問項目(実証実験の実施内容を理解しているか、実証実験を利用したか)から住民を「理解・利用層」「未理解・利用層」「理解・未利用層」「未理解・未利用層」の4つに分類し、それぞれの層の需要を把握することによって長瀬町において最適な公共交通の在り方を模索、実証実験の効果検証を実施した。4層の主要望一覧を Table6 に示す。

Table 5 Defining the Respondent's Categorization

	利用した	利用していない	n=369
理解している	理解・利用層 A (7%) 理解している × 利用した	理解・未利用層 C (60%) 理解している × 利用しなかった	
理解していない	未理解・利用層 B (1%) 理解していない × 利用した	未理解・未利用層 D (32%) 理解していない × 利用しなかった	

Table 6 List of major requests for the four layers

	年齢	目的	運行ルート	運行ダイヤ	運行時間	運行頻度	利用運賃	運行プラン	運転できない際の移動手段
A:理解・利用層	◎70代	◎買い物 △通院・介護	◎買い物の利便性 ○医療福祉の利便性	◎朝から夕方まで均一	◎(平)7時～19時 (休)8時～19時	◎1時間に1本 ○30分に1本	◎100円	◎路線+デマンド	◎同居している親族の送迎 ◎福祉移送サービスの利用
B:未理解・利用層	◎70代	◎買い物 △通勤・通学	◎買い物の利便性 ○医療福祉の利便性	◎朝・タ=多、昼=少	◎(平)6時～19時 (休)6時～19時	◎30分に1本	◎200円	◎デマンド	◎同居していない親族の送迎
C:理解・未利用層	◎60代 △70代	◎買い物 ○通院・介護	◎買い物の利便性 ○医療福祉の利便性	◎朝から夕方まで均一	◎(平)7時～19時 (休)8時～19時	◎1時間に1本 ○30分に1本	◎200円	◎路線+デマンド	◎同居している親族の送迎 ○鉄道を利用する ○徒歩
D:未理解・未利用層	◎60代 △70代	◎買い物 ○通院・介護	◎買い物の利便性 ○医療福祉の利便性	◎朝から夕方まで均一	◎(平)8時～19時 (休)8時～19時	◎30分に1本 ○1時間に1本	◎100円	◎路線	◎同居している親族の送迎 ○鉄道を利用する ○福祉移送サービスの利用

4.2 「A：理解・利用層」について

「A:理解・利用層」は“買い物”“通院・介護”を移動目的とし、“朝から夕方までの均一”の運行ダイヤで“(平日)7時～19時”“(休日)8時～19時”の運行時間を要望していることがわかる。また“1時間に1本”の“100円”の利用運賃など実証実験で実施した路線バスの運行プランと類似性が多くみられることから、実証実験でのプランに一定の理解を示していることがわかる。したがって、「理解・利用層」の要望を軸としたプランを導入することによって、本格導入時の利用可能性は最も高いと考えられる。

4.3 「B：未理解・利用層」について

「B:未理解・利用層」は“通勤・通学”を移動目的とした“朝・タ=多、昼=少”の運行ダイヤと“(平日)6時～19時”の運行時間を要望していることがわかる。また「未理解・利用層」は実証実験を実際に利用し、その利便性を体感したことから“デマンド型”を要望していることがわかる。しかしながら「未理解・利用層」は“通勤・通学”や“朝・タ=多、昼=少”や“6時～19時”や“30分に1本”という高頻度で高性能な路線バスなどの循環型でしか実現できない運行プランを要望していると考えられる。そのため路線バスに関する事前知識や、長瀬町における公共交通の在り方について十分な理解を得ていない層であることから、要望するプランに矛盾が生じていると考えられる。

4.4 「C：理解層・未利用層」について

「C:理解・未利用層」は実証実験を利用していることから、A層・B層と比較し利用可能性が低い層である。また、運転できない際の移動手段に着目すると“鉄道を利用する”“徒歩”など他者に依存しない移動方法が主なため、現状の移動手段に依存していないことがわかる。一方、実証実験前

の説明会等を通じて公共交通について一定の理解を得ていることから、運行プランの要望が「理解・利用層」の運行プランと6項目が共通しており、実現可能性の高いプランを要望していることがわかる。また、回答者の年齢に着目すると、「理解・利用層」の主な年齢は70代に対し、「理解・未利用層」では60代が主となっているため「理解・未利用層」は年齢や移動手段の多様さから現状は公共交通に対して必要性を感じていないが、「理解・未利用層」が10年後自身での移動が困難になった際に公共交通の必要を感じる可能性があるため、将来的に公共交通の利用意向が高まると考えられる。

4.5 「D：未理解層・未利用層」について

「D：未理解・未利用層」は理解もしていないく利用もしていないため世間一般の路線バスの運行プランを要望している。この要望は長瀬町の現状と限界がわかっていないため4つの層の中で理想論に最も近いことが考えられる。しかしながらこの層の移動手段に着目すると「理解・未利用層」と移動手段が似ており、「理解・未利用層」よりも他の移動手段を利用する可能性があるため、理解と利用をさせることにより将来的に利用する可能性があると考えられる。

5. まとめ

今回の調査の結果から以下の知見が得られた。

5.1 実証実験のまとめ

「デマンド型」は、4つの便の中で10:00台の便の利用が最も多く、平日の需要が高く、期間中の日曜日の利用がなかった。原因の1つとして、予約が前日までの営業日としていたため、土曜日に予約を入れることができず、突発的な移動需要に対応できなかったことが考えられる。

また、“観光目的”での利用が最も多く、次い

で“買い物” “通院・介護目的”で利用していることがわかった。

「路線バス」は、平日の需要が高く土曜日の利用が少ないことがわかった。また、移動目的は“買い物目的”が最も多く、短距離から長距離までの様々な移動に利用されていた。おおむね 10～30 分間の利用が多く、特に乗車人数の最も多い昼の時間帯は乗車時間が長い傾向がみられた。

5. 2 意識調査まとめ

本研究を通じて各層の要望や運行プランを詳細に把握する事が出来た。

①「A：理解・利用層」は公共交通への関心が最も高い層であり、要望する運行プランと実証実験時のプランとの類似性が高いことから、利用可能性の高い層であると考えられる。今後は「A：理解・利用層」の要望を軸として本格導入時の運行プランを検討する必要があると考えられる。

②「B：未理解・利用層」は実証実験に参加し、“デマンド型”の利便性を体感している層ではあるが、公共交通の在り方や長瀬町の現状について十分に理解していないことから、実現可能性の低いプランを要望している傾向にある。したがって、公共交通の導入時において、公共交通に関する説明会などを定期的で開催するなど徹底した周知を行い、十分な理解を得ることによって、公共交通の導入後の利用可能性を向上させることができると考えられる。

③「C：理解・未利用層」は実証実験に参加していないことから、現状の利用可能性が最も低い層である。しかしながら、公共交通に関して十分な理解があり、潜在的な利用可能性が高いため公共交通を維持することが必要と考えられる。

④「D：未理解・未利用層」は「未理解・利用層」に対する長瀬町の公共交通に関する説明会などを定期的で開催する周知や「理解・未利用層」に対する公共交通の継続的な運行と周知を実施することで2つの層のどちらかになる可能性があるため、将来的に利用する可能性があると考えられる。

6. 課題と今後の展望

実証実験の利用者の居住地区に着目すると、町内 26 地区のうち、15 地区にとどまっており、利用可能性が高いステークホルダーは「買い物や医

療」を目的とした「高齢者」であることから、利用者に偏りがあることがわかった。また、「路線バス」の懸念点として、運行にかかる費用は乗客がいなくても発生するため、収支率が「デマンド型」に対し低く、長期的な運行が財政を圧迫する可能性が挙げられるが、利用者調査では「デマンド型」「路線バス」のどちらも利便性の評価が高く需要があることから、本格導入時には慎重な運行プランの決定が必要と考えられる。

事業の最終年度である 2020 年度では、長瀬町の財政状況や利用状況等を加味しながら、報告会やアンケート調査を行ない住民からの意見収集およびコンセンサスの獲得により、公共交通もしくは代替支援(福祉有償運送や運転代行サービス等の既存の移動サービスへの支援)の措置をとるか等を、今後の継続性もふまえてその最適な運行方法について細かく検討していく予定である。

謝 辞

本研究は国土交通省「地域公共交通網形成計画事業」の助成を受け、埼玉県長瀬町企画財政課と共同で取り組んでいるものです。関係各位に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 村上早紀子ら:地域住民のモビリティを支える「Co 交通」-「Co 交通」の形成に関する研究-,公益社団法人 日本 都 市 計 画 学 会・都 市 計 画 論 文 集,Vol.49,No.3,pp963-964,2014.
- 2) 国土交通省:公共交通活性化総合プログラム,
<https://www.mlit.go.jp/common/000018805.pdf>,2008.(2019 年度現在)
- 3) 松原仁ら:「公共サービスにおけるイノベーション創出のキーワード」公共交通の課題解決と今後の展開,サービスロジー,Vol.2,No.1,pp.16-17,2015.
- 4) 森英高ら:中山間地域での複数モビリティサービス実施時における住民利用意向に関する一考察,土木計画学研究・講演集,Vol.72,No.5,pp.I_1145-I_1146,2016.
- 5) 国土交通省:地域公共交通網形成計画及び地域公共交通再編実施計画作成の手引き,
<http://www.mlit.go.jp/common/001267992.pdf>,2018.
(2019 年度現在)
- 6) 谷本圭志ら:公共交通不便地域におけるバスサービスの変化と住民の反応,Vol.9No.4,pp17-18,2007

論文 article

若年者における技能教育の最適手法に関する基礎的検討 ～国家技能検定 3 級とび職種の事例～

原稿受付 2020 年 8 月 3 日

ものづくり大学紀要 第 10 号 (2010) 61 ～ 66

木村奏太^{*1}, 田尻要^{*2}, 守家志和^{*3}, 新井達也^{*4}, 早川征太^{*5}^{*1} 埼玉県立いずみ高等学校 環境建設科 技術教員^{*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 非常勤講師^{*4} 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^{*5} 旭工榮株式会社

A Basic Study for Optimizing Youth Skills Education -Case of The Grade 3 of National Trade Skill Test & Certification (NTSTC) for general construction works-

Souta KIMURA ^{*1}, Kaname TAJIRI ^{*2}, Kazushi MORIYA ^{*3}, Tatsuya ARAI ^{*4}^{*1} Technical Teacher, Dept. of Environment and Construction, Saitama Prefectural IZUMI High school^{*2} Professor, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists, Dr. Eng.^{*3} Part-time Lecturer, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*4} Graduate Student, Graduate School of Technologists, Institute of Technologists^{*5} Asahi Koei Co., Ltd.

Abstract The purpose of this study is to evaluate the training time and the accuracy of the work quantitatively, focusing on the training of Grade 3 of National Trade Skill Test & Certification (NTSTC) for the skill education of young people. Based on the results, we will make a basic study on the ideal guidance and optimization of education that young technicians require to acquire skills.

Key Words : Education, Young technicians, The National Trade Skill Test & Certification (NTSTC)

1. はじめに

1.1 背景

近年、日本における技能者の高齢化に伴いベテラン技能者退職による技能力の低下が顕著化しつつある。さらに若年者のものづくり離れ、技能離れが進行し、技能者教育が喫緊の課題となっている¹⁾。そのような状況を受け、厚生労働省は専門高校や職業訓練校などの若年者の技能取得意欲の向上等を目的に、平成 5 年に国家技能検定 3 級²⁾を設け、若年技能者の技能の向上、技能振興機運

の醸成等を図ることを目的に、平成 25 年から若年技能者人材育成支援等事業(ものづくりマイスター事業)³⁾を開始するなど、若年者の技能教育に注力・支援を行っている。専門高校における若年技能者の育成において技能会得までの教育はある程度技能レベルに応じて行っているものの教育段階のシフトチェンジは指導者の経験と知識によるものが大きく、指導の内容などが指導者によって変化する場合が多く見受けられる。

1.2 目的

本研究で取り上げる国家技能検定は労働者の技能と地位の向上を図ることを目的に、昭和44年から厚生労働省主導のもと中央職業能力開発協会が全国的に同一基準の試験(実技および学科)を実施し、一定の基準を満たしている者を国家技能士と認めている。国家技能士には令和2年6月現在130職種があり、職種によって特・1・2・3級、単一等級および外国人技能実習生向けとして基礎級が定められている。本研究で取り上げている国家技能検定3級とび職種とび技能士(以降とび3級と略)⁴⁾は“初級の技能者が通常有すべき技能及びこれに関する知識の程度”と職業能力開発促進法で定義されている。専門高校でも技能教育の一環として、国家技能検定3級の取得を目標に指導する例があるが指導者の定性的な評価で指導を行っている傾向が少なからず見受けられる⁵⁾⁶⁾。

そこで本研究では、とび3級を事例として、各回の練習に着目し、指導内容と共に練習回数ならびに作業時間と作業の正確さの変化量を定量的に把握することを目的にする。定量的に把握したうえで、若年者における技能教育の最適手法について基礎的検討を行った。

2. とび3級実技試験の概要

実技課題を制限時間1時間50分(打ち切り2時間10分)以内に組み立て、ある程度のスピードおよび安全性・正確さから技能の採点を行っている。

3. 調査と分析の概要

とび3級の実技試験合格を技能レベルが一定の基準を満たしていると仮定し、合格をもって基礎技能を会得したと定義する。調査対象は埼玉県立いずみ高等学校環境建設科に属する3年生33名であり、工具の扱い方や図面の読み取りなど、基礎的な知識を有するものである。また、クラス全員でとび3級受験・合格を目指した生徒で、意欲的に自ら望み受験した生徒と、そうではない生徒が混在する。その上で、実技練習における指導内

容と時間・正確さについて調査を実施した。調査の概要をTable1に示す。

Table1 Survey outline

No.	項目	概要
1	調査対象	埼玉県立いずみ高等学校環境建設科3年生
2	調査期間	平成30年5月～8月おおむね週1回
3	練習回数	10回
4	対象人数	33名
5	時間の測定	一斉スタートし完成するまでの時間を測定
6	正確さの測定	寸法・出来栄・安全に着目

4. 調査結果の分析

調査結果について一部を以下に示し考察する。

4.1 練習の指導内容

練習の指導内容をTable2に示す。1～3回目までは、組立手順の早い段階で寸法精度や基準柱など、基本的な部分に対して指導を行っていることがわかる。4～6回目までは難易度の高い作業でコツや、どこを意識しなければいけないかを指導している傾向がある。5～8回目までは、より精度を高めるため、また難易度の高い箇所を繰り返し指導していることがわかる。9・10回目は組立時間に焦点を当てて、ある程度個別に指導をしていることが見受けられる。仮に5回目の練習を基準に前半・後半と分割した場合に、前半では寸法精度や時間さらに単管パイプの水平・垂直等の出来栄について主に指導を行い、後半では、クランプの不備などの安全性や、組立時間に焦点を当てて指導をしている傾向が見受けられた。

Table2 Instruction content of each training

No.	練習回数											指導内容
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	○											始めの基準柱が曲がらないように
2	○											基準柱の下から300・900・1500の寸法を測る
3	○											出寸法100をどの様な方法で取るか
4	○				○							設置材から柱までの700の寸法を意識する
5	○	○			○							中心柱・左柱が曲がらないように
6	○	○										2時間30分きれなかったら補習
7	○		○									手すり・中さんの寸法の取り方のコツ
8	○											クランプの不備が無いように
9			○									寸法の変更箇所を指示
10			○									基準柱側の300・900・1500の単管パイプの水平を意識
11			○	○	○	○						2時間00分きれなかったら補習
12				○	○	○						所作(単管パイプを持ってくる・ラチェットを回すなど)を早くする
13						○	○	○	○	○		手すり・中さんの寸法を測った後、単管パイプを乗せた後に一度確認
14							○	○				クランプの閉め忘れのチェック
15								○	○	○		手すり中さんは斜めに測らないように
16								○	○			建地の単管に合わせて垂直に測定するように
17									○	○		タイムクリアしているので寸法や水平・垂直にもっと気を遣う
18										○		遅い子 足場板を乗せる前にクランプの閉め忘れがないか
19										○		速い子 足場板を乗せる前に寸法・クランプの閉め忘れがないか
20										○	○	遅い子 最後に締め忘れをチェックする
21										○	○	速い子 ころばし入れたところで締め忘れをチェックする

4.2 練習回数と正確さ・時間の関係

練習の平均ミス数(正確さ)をFig1に示す。ミスが1～3回目まではある程度横ばいであるが、4回目を境に減少に転じ、回を重ねるごとに減少していることがわかる。

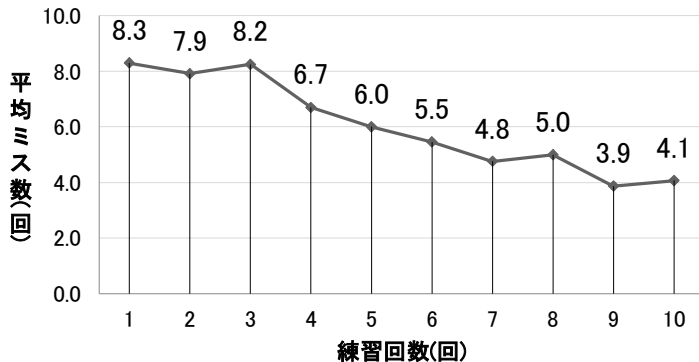


Fig1 Average number of mistakes in each training

次に、組立平均時間についてFig2に示す。ミスと同じく、組立平均時間が1～3回目まで横ばいであるが、4回目を境に組立時間が減少に転じ、5回目以降は約90分で推移していることが見受けられる。これらにより、5回目以降の練習で時間は推移するものの、ミスが減少しているため、精度が向上しているのではないかと考えられる。

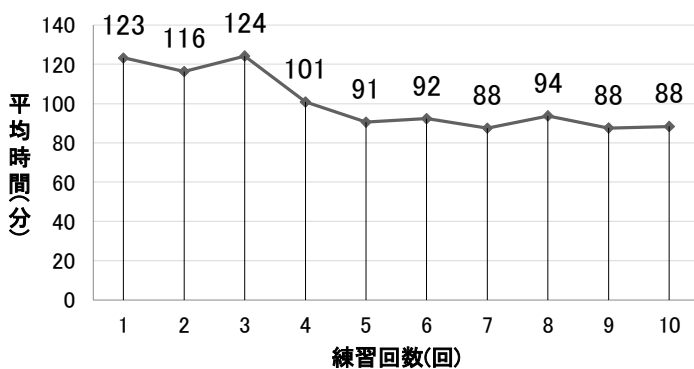


Fig2 Average time for each training

4.3 練習と組立時間の分布

分析にあたり、組立時間を8項目にカテゴリ化した。主に制限時間を目安に10分おきに区切り、膨大な時間(組み立てが一番遅い生徒は213分)を要している場合を考慮して上限を140分以上とし、5回目以降は平均時間が90分で推移していたため、下限を80分未満に設定した。練習と組立時間の分布についてFig3に示す。練習1～3回目までは、

組立制限時間110分を大幅に超える生徒が50%超であったが、練習4回目を境に、減少していることが見受けられる。4.1の指導の中で4回目から所作を早くする指導が影響しているのではないかと考えられる。また、組立時間が110分以上120分未満であった生徒が4回目を境に110分未満へ転じ、5回目以降は110分未満へ転じる生徒が70%を超える。各回の組立時間から、80～90%の生徒は5～7回程の練習で技能の会得ができるのではないかと推察される。いっぽう、5～7回目と比較した場合に8回目で相対的に時間が遅くなる傾向が見受けられるが、4.1の指導で慎重さを重視させたことが起因しているのではないかと推測される。

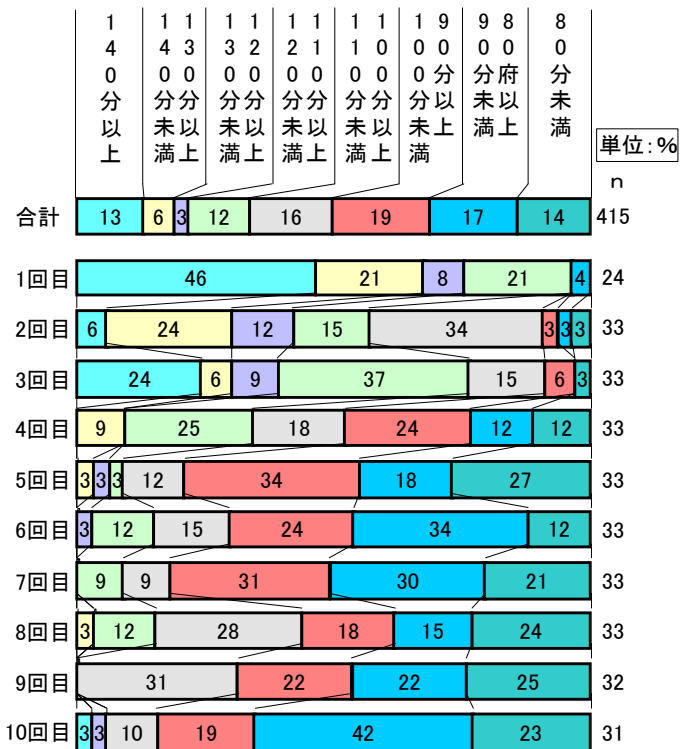


Fig3 Each training and assembly time distribution

4.4 練習とミスの分布

練習とミスの分布についてFig4に示す。寸法精度・出来栄のミスの割合はある一定の割合で推移していることが伺える。安全は、8回目を境に比較的減少傾向に転じていることが見受けられる。建設現場では安全で第一であるため検定においても減点が大きいと判断し、8回目あたりから、組み終わった後に最終チェック行うよう指導していることが、表れていると考えられる。

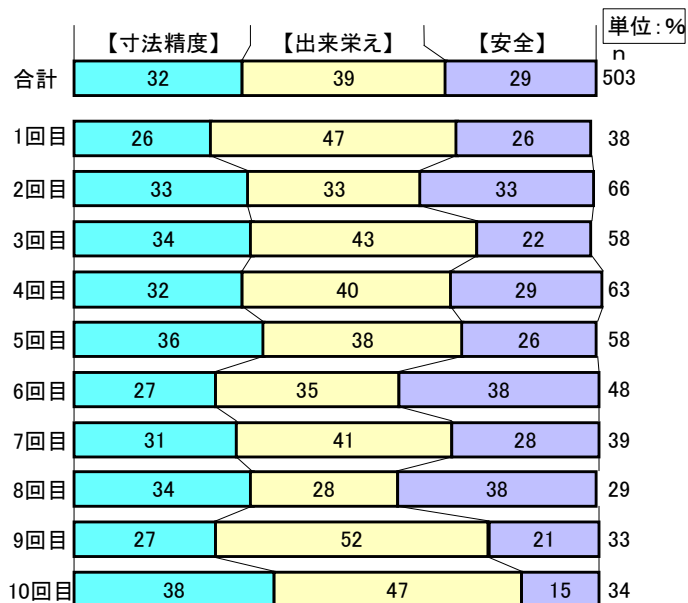


Fig4 Training frequency and distribution of mistakes

4.5 練習の時間とミスの関係

4.3・4.4の知見を元に1・5・8・10回目の練習に着目し、練習とミスの関係を分析するため、制限時間の110分を目安に3つに大別した。大別した時間をTable3に示す。

Table3 Major classification of training times

遅い (120分以上)	普通 (90分以上 120分未満)	早い (80分未満)
140分以上	110分以上 120分未満	80分以上 90分未満
130分以上 140分未満	100分以上 110分未満	80分 未満
120分以上 130分未満	90分以上 100分未満	

4.5.1 練習1回目の時間とミスの関係

練習1回目の時間とミスの関係についてFig5に示す。なお、4.5.1から4.5.4に示すグラフは、例えばFig5では120分以上かかり、且つミスをしている(すなわちグラフの“遅い(120分以上)”)生徒は18人おり、この18人が合計で32ヶ所のミスを生じていることを表している。生じたミスの種類を表す値が【寸法精度】9ヶ所【出来栄え】13ヶ所【安全】10ヶ所ミスをしていたことを示しており、グラフの変化量はミスの種類の割合を視覚的に示している。また、“遅い(120分以上)”は全ての種類のミスが生じていることがわかる。なお、対象生徒はミスしていない生徒も含まれる。

Fig5を見ると、1回目では、組立時間が“遅い(120分以上)”が多く見受けられ、ミスとしてそれぞれの箇所でミスをしていることがわかる。全体では出来栄えでミスが多いことがわかった。

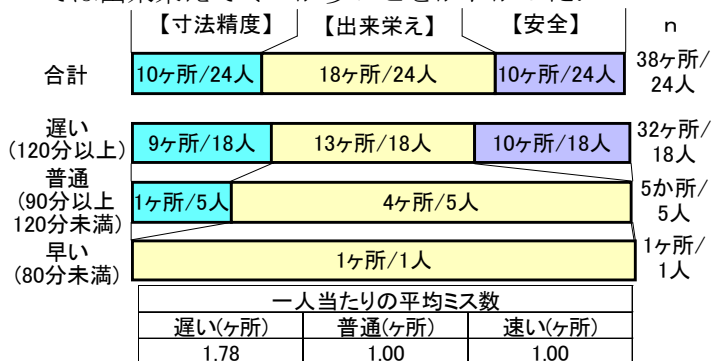


Fig5 The Relation between elapsed time and mistakes in the 1st practice

4.5.2 練習5回目の時間とミスの関係

練習5回目の時間とミスの関係についてFig6に示す。“普通(90分以上120分未満)”・“早い(80分未満)”で比較すると、“早い(80分未満)”は全体的に一人当たりのミス数が減少していることがわかった。

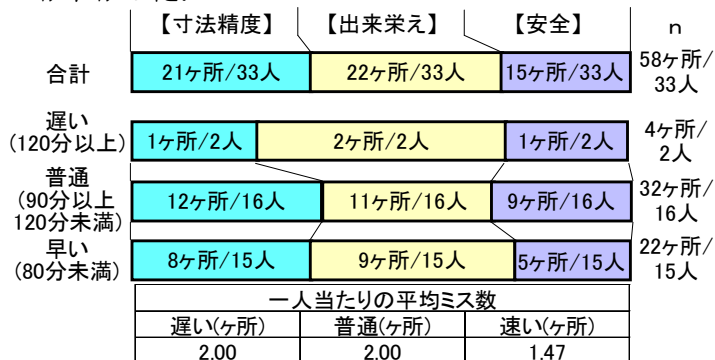


Fig6 The Relation between elapsed time and mistakes in the 5th practices

4.5.3 練習8回目の時間とミスの関係

練習8回目の時間とミスの関係についてFig7に示す。4.3で前述した通り、8回目では時間が“普通(90分以上120分未満)”が19人、“早い(80分未満)”が13人と“普通(90分以上120分未満)”が多くなっている。また、“早い(80分未満)”の特長として、寸法精度にミスが多く出てきているのがわかった。

	【寸法精度】	【出来栄え】	【安全】	n
合計	10ヶ所/33人	8ヶ所/33人	11ヶ所/33人	29ヶ所/33人
遅い (120分以上)	1ヶ所/1人		1ヶ所/1人	2ヶ所/1人
普通 (90分以上 120分未満)	3ヶ所/19人	5ヶ所/19人	5ヶ所/19人	13ヶ所/19人
早い (80分未満)	6ヶ所/13人	3ヶ所/13人	5ヶ所/13人	14ヶ所/13人
一人当たりの平均ミス数				
	遅い(ヶ所)	普通(ヶ所)	速い(ヶ所)	
	2.00	0.68	1.08	

Fig7 The Relation between elapsed time and mistakes in the 8th practice

4.5.4 練習 10 回目の時間とミスの関係

練習 10 回目の時間とミスの関係について Fig8 に示す。時間が“早い(80 分未満)”・“普通(90 分以上 120 分未満)”共に、ミス数はここまでで一番少いことが見受けられる。時間と人数に着目すると、“早い(80 分未満)”が全体の 2/3 程度であることがわかる。さらに、一人当たりの平均ミス数が“普通(90 分以上 120 分未満)”・“早い(80 分未満)”では 1 ヶ所であることから、ほぼ全ての生徒が合格ラインに達していることが推察される。

	【寸法精度】	【出来栄え】	【安全】	n
合計	13ヶ所/31人	16ヶ所/31人	5ヶ所/31人	34ヶ所/31人
遅い (120分以上)	1ヶ所/2人	2ヶ所/2人	2ヶ所/2人	5ヶ所/2人
普通 (90分以上 120分未満)	3ヶ所/9人	4ヶ所/9人	2ヶ所/9人	9ヶ所/9人
早い (80分未満)	9ヶ所/20人	10ヶ所/20人	1ヶ所/20人	20ヶ所/20人
一人当たりの平均ミス数				
	遅い(ヶ所)	普通(ヶ所)	速い(ヶ所)	
	2.50	1.00	1.00	

Fig8 The Relation between elapsed time and mistakes in the 10th practice

4.6 各練習の時間とミスの傾向

組立時間及び練習回数でミスの傾向を把握するため、4.5 で示したグラフを含めた 1～10 回目までのグラフのミス傾向を読み取り、集約したものを Table4 に示す。全体の特長は出来栄えにミスが集中していることがわかる。出来栄えは、“柱や梁の垂直・水平”などがあげられ、基準柱は 3m と長く、根元の数ミリの誤差が先端では大きくなるため、精密作業が求められる。垂直・水平を見る

際は、水平器を使用するが、水平が定まらないまま組み立てる生徒がいるため、水平器の使用方をより細かく指導する必要があると考えられる。

次に、寸法精度があげられる。寸法精度は出来栄えとも密接に関係しており、寸法の狂い＝出来栄えの悪さに繋がり、総合的な評価に影響する。生徒の特長は、組立時間の“遅い(120 分以上)”＝正確、組立時間の“早い(80 分未満)”＝不正確の特長が見受けられるため、組立時間が早いなかでも制度を求めるような指導が必要と考えられる。

次に安全に着目すると、5 回目以降で安全のミスが続いていることが見受けられ、作業への慣れの影響が大きいと推測できる。安全の代表的なものとして、“クランプ(単管パイプ同士の緊結材)の締め忘れ”等が例としてあげられる。実習において生徒の様子を見ていく中で注意力が散漫で、クラス全員受験・合格の取り組みに肯定的ではなかった生徒つまり、やる気があまり高くはない生徒が安全項目でミスが出ているのではないかと考えられる。建設現場において安全第一が最も重視され、とび 3 級においても同様であると予想される。そのため、作業にある程度なれてきた 4～5 回目付近から生徒に対し安全作業に、より注力するよう指導することが望ましいと推測される。

Table4 Tendency of mistakes in each training time

練習回数	組み立て時間		
	遅い (120分以上)	普通 (90分以上 120分未満)	早い (80分未満)
1	【出来栄え】	【出来栄え】	【出来栄え】
2	【出来栄え】	【寸法精度】	【安全】
3	【出来栄え】	【出来栄え】	【寸法精度】
4	【安全】	【出来栄え】	【出来栄え】
5	【出来栄え】	【寸法精度】	【出来栄え】
6	【安全】	【安全】	【出来栄え】
7	-	【出来栄え】	【寸法精度】
8	【寸法精度】	【出来栄え】【安全】	【寸法精度】
9	-	【出来栄え】	【寸法精度】【出来栄え】
10	【出来栄え】【安全】	【出来栄え】	【出来栄え】

5. 本研究から得られた知見

とび 3 級の実技指導においてポイントは 3 点ある。第 1 に制限時間内(110 分)に組み立てる。第 2 にミスなく図面の通り組み立てる。第 3 に安全作業である。この 3 点に留意し、本調査では対象の意欲にばらつきがある状態で“時間”“寸法精度”“出来栄え”“安全”に着目し、分析を行った。

- ①練習回数を重ねることで、組立時間が短縮し、さらに“寸法精度”“出来栄え”“安全”のミス数が減少傾向にあることがわかった。
- ②各回の練習の時間分布に着目すると、1回目の練習と比較し、5・8・10回目の練習で時間や平均ミス数に変化が生じることが判明した。
- ③②の結果をもとに各組立時間とミスの種類の関係について分析を行った。その結果、各組立時間にミスの特長が見られ、1～10回目までのミスの傾向を見ることで、各回の組立時間におけるミスの特長を把握した。

6. 指導内容の提案

とび3級の指導内容について従来方式をTable5に示す。1.1で前述した通り、組立時間やミスの特長によってあまり指導内容を変えず、定性的に指導をしている節が見受けられた。特に中期での指導は組み立てスピードが格段と速くなる時期ではあるが、ミスの各種類でミスが多くなる時期であり、きめ細やかな指導が必要であると考えられる。

Table5 conventional Instruction contents

練習回数	組み立て時間	
	比較的【遅い】生徒への指導	比較的【早い】生徒への指導
早期 (1～4回)	出来栄え・基準となる寸法が中心 制限時間内に入るよう急かせるような指導	
中期 (5～8回)	寸法取りの難しい箇所 組み立てスピードを上げるための指導	
長期 (9回以上)	安全面での指導が中心	
	クランプの締め忘れを 作業最後に確認	作業の中盤と最後に クランプの締め忘れを確認

ここまでの結果をもとに向後方式をTable6に示す。着目した時間を主軸に主な指導内容について、考案した。実際の建設現場で重要視する安全について全練習を通し、常に意識させる指導が望ましい。理由は、従来方式では中期に安全の割合が増加傾向にあり、中期前までの指導で安全の抑制ができると考えられる。練習の中で比較的遅い生徒への指導は、早期では遅くなる原因を取り除くことが重要であると推察でき、例えば、所作を速くすることで作業時間が早くなり、ミスによるやり直しがなければその分、作業スピードが速くなる可能性が高い。そのため目標は中・長期で淀みなくスムーズに組み立てることが重要であると考えられる。練習の中で比較的組み立てが早い生

徒には、早期で出来栄え・寸法精度を中心に指導し、中・長期では寸法精度・出来栄え・安全の全てに気を使いながらも制限時間内に組むことを目標に据えるのが重要であると考えられる。

Table6 Main instruction contents of the new method

練習回数	組み立て時間	
	比較的【遅い】生徒への指導	比較的【早い】生徒への指導
早期 (1～4回)	制限時間内に 完成させることを目標に 所作を早くするように指導	出来栄えを中心に指導 特に基準柱を まっすぐ立たせるよう指導
中期 (5～8回)	出来栄えを中心に ミスによるやり直しが ないように指導	寸法精度を中心に指導 寸法精度や出来栄えに こだわりを持たせる
長期 (9回以上)	クランプの締め忘れを無くす 作業の最後に確認 ミスなくスムーズな作業の心がけ	制限時間は比較的余裕でクリア 寸法精度・出来栄え・安全 全てに気を使えるように指導

安全作業は常に意識

7. まとめ

他の若年者の技能会得に、今回の結果が転用可能と考えられる。いわゆる“技能のプロ”と呼ばれる技能者は作業が早く正確である。そのため、安全性を確保しつつまずは時間の管理または、もともと作業が早い技能者へは寸法精度や出来栄えなどを意識させることで、技能レベルが効率よく向上すると考えられる。

今後は、データの蓄積を図り、より精度の高い教育手法を模索する。また、とび3級に向後方式の指導内容が他職種で転用可能か検証を進める。

最後に、とび3級を受験した3年生33名は全員が実技試験を合格し、とびの基礎技能を会得した。

謝 辞

本研究でご協力くださった関係者の皆様に深謝申し上げます。

文 献

- 国土交通省:建設業及び建設工事従事者の現状, pp.3-5,2020.
- 厚生労働省:技能検定の歴史, <https://www.mhlw.go.jp/genaral/seido/syokunou/ginou/aramashi/shiken.html>, (2020年現在)
- 厚生労働省:若年者技能者人材育成支援事業(ものづくりマイスター制度).https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/jinzaikaihatsu/monozukuri_master/index.html,(2020年現在).
- 厚生労働省職業能力開発局:とび技能検定試験の科目及びその範囲並びにその細目(平成22年度改定), pp.9-10,2011.
- 羽田野健ら:技能習得における認知負荷の知識化と対処方略に関する事例研究-若年技能者の技能習得過程に焦点をあてた質的分析-,職業能力開発研究誌, Vol.32-1,pp.36-44,2016.
- 小野正樹:大工技能者の育成,岩手県立産業技術短期大学校紀要,Vol.20,pp.24-28,2020.

論文 article

学生の就業意識向上を目的とした新たなインターンシップの効果検証 ー CPM インターンシップ参加学生を対象としたモデル調査 ー

原稿受付 2020 年 8 月 3 日

ものづくり大学紀要 第 10 号 (2020) 67 ~ 72

新井達也^{*1}, 荻塚玲奈^{*2}, 田尻要^{*3}, 守家志和^{*4}, 木村奏太^{*5},^{*1-2} 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^{*3} ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*4} ものづくり大学 非常勤講師^{*5} 埼玉県立いずみ高等学校 環境建設科 技術教員

Verification of the effects of a new internship aimed at improving students' employment awareness -Panel survey for CPM internship students-

Tatsuya ARAI^{*1}, Reina NIRAZUKA^{*2}, Kaname TAJIRI^{*3}, Kazushi MORIYA^{*4}, Souta KIMURA^{*5}^{*1-2} Graduate Student, Graduate School of Technologists, Institute of Technologists^{*3} Professor, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists, Dr. Eng.^{*4} Part-time Lecturer, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*5} Technical Teacher, Dept. of Environment and Construction, Saitama Prefectural IZUMI High school**Abstract**

Due to recent changes in social conditions related to employment, efforts to support good matching between students and companies have become important in university education. The 40-day internship at Institute of Technologists is a valuable program to improve students' professional skills and build relationships between local companies and university students. However, the impact of this internship on students' employment awareness has not been fully analyzed. Then, as one of the means to solve these problems, Institute of Technologists newly designed and implemented an internship program for the purpose of forming employment awareness of university students.

Therefore, in this study, we conducted a survey on the employment consciousness of participating university students for the purpose of clarifying the effect of this new internship on students.

Key Words : Internship program, Promotion of local employment, Career education at university,

1. はじめに

近年では年功序列や新卒一括採用など従来型の制度が見直され、企業と学生を取り巻く環境は変化しつつある¹⁾³⁾。大学教育においてもインターンシップ(以下 IS)やキャリア支援制度など、学生へのよりよい経験の提供と企業との良好なマッチ

ング等の支援がより一層重要視されるようになりつつある⁴⁾⁵⁾。ものづくり大学で実施している 40 日間の長期 IS は、学生の就業意識・専門技能の向上に加え、地域企業と学生とを密に繋げることににより地域産業の発展に寄与している貴重な取り組みであるが、長期 IS が学生の就業意識及ぼす

影響に関してはまだ検討の余地が残されている。このような状況を解決するべく当研究室では、学生の就業軸の形成を目的とし「キャリア」「プライベート」「モチベーション」に着目した「CPM インターンシップ」を立案、2019 年度では地元建設業社 2 社の協力により 4 名の学生に実施、キャリアアップを通じた業務体験とプライベート体験によって自身の就業疑似的に体験できる新たな IS の展開手法のひとつとして調整を進めている。そこで本研究では、CPM インターンシップ参加学生、企業担当者に対して意識調査を行い、就業に関する価値観の変化を分析することによって CPM インターンシップの効果を検証する。

2. 実施背景

2.1 事前調査の概要

ものづくり大学で実施している長期 IS が学生の就業意識にどのような影響を及ぼすかを分析するために 2018 年～2019 年にかけて学生を対象とした就業意識に関する意識調査を行った。調査の概要を Table1 に示す。また本研究では学生の就業観をキャリア(以下 Cr)とプライベート(以下 Pr)の観点から学生が企業選択に重視する項目を 5 段階評価(1～5 点)で調査した項目を Table2 に示す。

Table1 Overview of the survey

No.	項目	概要
1	調査方法	経年追跡によるアンケート調査
2	調査対象	ものづくり大学建設学科学部生
3	調査日時	①2018年11月26日(月)～12月17日(月) ②2019年11月27日(火)～12月20日(金)
4	配布/回収方法	直接配布/直接回収
5	学年	1年生 2年生 3年生 4年生
6	回収部数 (回収率)	2018年 155/189部 (82%) 145/175部 (83%) 76/124部 (61%) 109/159部 (69%) 2019年 132/136部 (97%) 142/148部 (96%) 96/142部 (68%) 97/128部 (76%)

Table2 List of survey items

No.	キャリア(Cr)	重視度	プライベート(Pr)	重視度
1	業界・仕事内容への魅力	1～5点	給料の満足感	1～5点
2	様々な仕事に関われる環境		福利厚生の充実	
3	成長・挑戦できる環境		人間関係・職場環境	
4	目指したい先輩がいる環境		育児や家庭との両立への配慮	
5	地域や社会への貢献度の高さ		労働・残業・通勤時間の短さ	
6	社名や役職等の満足度		自分の趣味の取得時間	
	合計	6～30点	合計	6～30点

1:重視していない 2:あまり重視していない 3:どちらでもない 4:重視している 5:とても重視している

本調査では、学生の IS 前後における就業観の変化を分析するために、Cr, Pr の各 6 項目の総和を

Cr 値, Pr 値とし、学生の就業意識を把握する。また数ある企業の中から学生が希望の就職先を選択する際には、①企業をどの程度の熱量を持って志望したか(モチベーション値=Mt 値)②企業選択の際に Cr と Pr を重要視する割合(ワークライフバランス度=Wlb 度)の 2 点が重要と考えられるため、

$$\text{①Mt 値} = \text{Cr 値} + \text{Pr 値}$$

$$\text{②Wlb 度} = \text{Cr 値} - \text{Pr 値}$$

と定義した。また、ワークライフバランスは Cr と Pr のバランスが保たれていることが理想的であると考えられることから Wlb 度=0 を理想値として本稿では学生の就業意識を分析する。

2.2 事前調査の結果・分析

2.2.1 長期 IS の影響度分析

本学の長期 IS が学生の就業意識に及ぼす影響を分析するために IS 実施前後での企業選択に重視する Cr・Pr 項目を調査し、IS 前後の Mt 値と Wlb 度を疑似的に算出した。なお、IS 未実施である 1 年生においては IS 実施後の点数(推測値)を回答してもらった。学年別の IS 前後の Mt 値と Wlb 度の推移を Fig.1 に示す。どの学年においても IS 実施後に Mt 値が上昇しており、長期 IS が学生の働く意欲の向上に寄与していることが伺える。一方で Wlb 度に着目すると、IS 経験後である 2, 3 年生では Mt 値は上昇しているものの Cr 重視から Pr 重視へと意識が変化していることがわかる。また、4 年生では、Pr 重視から Cr 重視に変化しており、IS 経験のある学生ではワークライフの価値観が反転していることがわかる。40 日間の実践的な職務体験は、学生の就業観の形成に効果的であるが Cr, Pr の一方に偏った就業観の形成を補助してしまう可能性が考えられる。

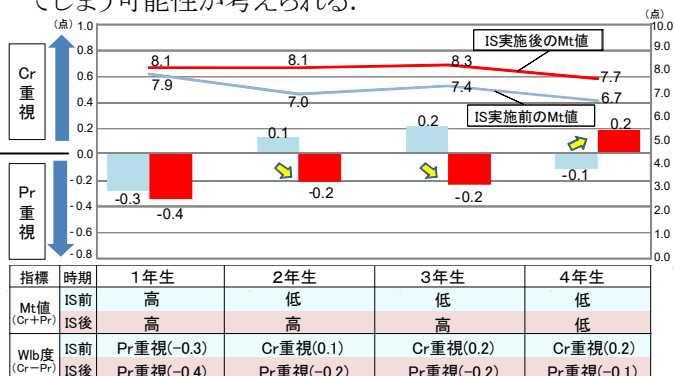


Fig.1 Changes in work consciousness of university students

2.2.2 Cr 項目に関する意識変化

IS 前後での各 Cr 項目における平均値の変化を Fig.2 に示す⁽¹⁾。各 Cr 項目の重要度に着目すると、IS 経験前後で「様々な仕事に関わる環境」と「社名や役職等への満足度」が IS 後に上昇していることがわかる。従って、本学の長期 IS が仕事の多様さややりがい発見の機会として機能していることがわかる。一方で「目標となる先輩のいる環境」のみ減少傾向にあることがわかる。

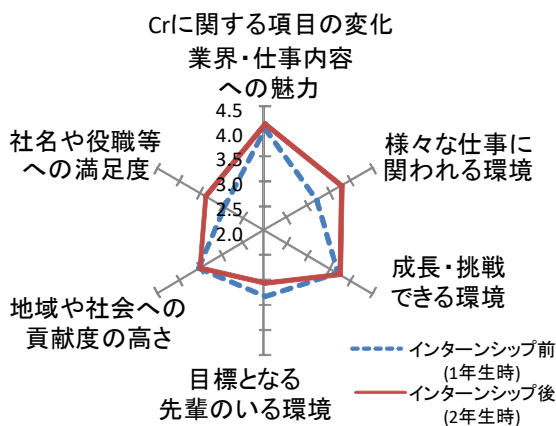


Fig.2 Average evaluation value of Cr items required for employment before and after IS experience

2.2.3 Pr 項目に関する意識変化

IS 前後での Pr 項目における平均値の変化を Fig.3 に示す⁽¹⁾。Pr 項目の重要度に着目すると、先ほどの Fig.2 の Cr 項目の重要度と比べて、比較的に変化がみられず、高得点で安定していることがわかる。IS において就職後の Pr のに関する体験や情報が不足していることによって、学生時の理想的な Pr 像を維持していると考えられる。

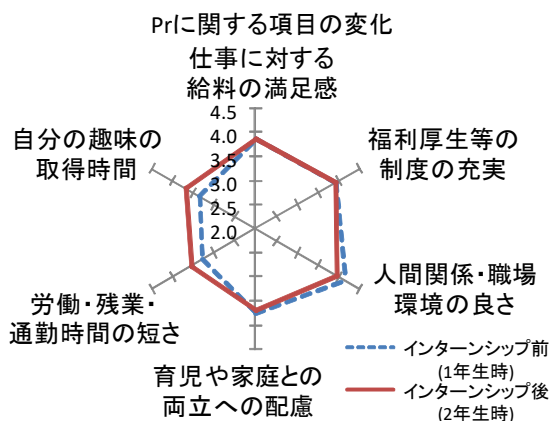


Fig.3 Average evaluation value of Pr items required for employment before and after IS experience

3. CPM インターンシップの概要

3.1 CPM インターンシップの概要

CPM インターンシップのモデル概要を Fig.4 に示す。本 IS は前述の長期 IS で得られた知見をもとに 40 日間の期間で新入社員クラスから役員クラスまでの「キャリアアップ」と社会人における Pr のモデルケースを知見することを目的とした「家庭留学」の実施によって Cr・Pr 双方向からの経験を蓄積し学生の就業意識の醸成を図る。本プロジェクトにおける家庭留学は、「各担当者のご家庭に訪問し、本人およびご家族から家庭状況や職場とのギャップなどの見聞きする」経験とし、キャリア毎の生活感の疑似体験を表している。なお、具体的な日数や役職名においては各企業の組織形態・役職名に準拠し実施した。



Fig.4 CPM internship program image

3.2 IS 実施概要

2019 年度に 2 社で実施された CPM インターンシップの概要を Table3 に示す。2019 年度では「総合建設業」「専門工事業」に属するそれぞれ 2 社の企業にて各 2 名の学生が CPM インターンシップを実施した。どちらの企業においても業務体験においては各役職の方々に同行し業務を体験、疑似的なキャリアアップ体験を行った。また家庭留学では、業務終了後にご家庭で一緒に食事をとりながら、ライフスタイルや仕事と家庭の両立に関する対話を行った。

Table3 CPM internship overview

総合建設業での実施プログラム詳細					
CPMインターンシップ前半			CPMインターンシップ後半		
インターンシップ期間	業務概要	プライベート体験	インターンシップ期間	業務概要	プライベート体験
第1週目 【6月17日(月)～21日(金)】	ガイダンス+営業設計部門体験		第5週目 【7月16日(火)～19日(金)】	【工事部門】新入社員クラスの業務を体験	
第2週目 【6月24日(月)～28日(金)】	【営業設計部門】新入社員クラスの業務を体験	7月13日(土)社内交流会を実施	第6週目 【7月22日(月)～26日(金)】		
第3週目 【7月1日(月)～5日(金)】			第7週目 【7月29日(月)～2日(金)】	同部門の管理職業務を見聞	管理職の方とお食事
第4週目 【7月8日(月)～12日(金)】	同部門の管理職業務を見聞	管理職の方とお食事	第8週目 【8月5日(金)～13日(火)】	専務職の業務体験	専務職の業務に関する講義
専門工事業での実施プログラム詳細					
CPMインターンシップ前半			CPMインターンシップ後半		
インターンシップ期間	業務概要	プライベート体験	インターンシップ期間	業務概要	プライベート体験
第1週目 【6月17日(月)～21日(金)】	ガイダンス+新入社員(入社1年目)と作業を体験		第5週目 【7月16日(火)～19日(金)】	通常現場作業+部長とともに現場体験	
第2週目 【6月24日(月)～28日(金)】		6月28日(金)新入社員2人の夕飯に同席	第6週目 【7月22日(月)～26日(金)】		部長のお宅へ訪問ご家族とお食事
第3週目 【7月1日(月)～5日(金)】	管理者としての業務を見学・体験		第7週目 【7月29日(月)～2日(金)】	通常現場作業+取締役の業務を見学	
第4週目 【7月8日(月)～12日(金)】		業務終了後部長2人のお宅に訪問	第8週目 【8月5日(金)～13日(火)】	取締役の業務を見学	8月9日(金)取締役のご家族と食事

3.3 検証調査の概要

CPM インターンシップを行った学生4名の就業意識を分析するために、各役職体験の最終日に意識調査を実施した。調査項目を Table4 に示す。本調査では学生の詳細な意識変化を把握するために各項目 10 段階評価(1 点:重視しない～10 点満点:とても重視する)で分析を行った。

Table4 List of survey items for CPM internship

No.	キャリア(Cr)	重視度	プライベート(Pr)	重視度
1	業界・仕事内容への魅力	1～10点	仕事に対する給料の満足感	1～10点
2	様々な仕事に関われる環境		福利厚生の充実	
3	成長・挑戦できる環境		人間関係・職場環境	
4	目指したい先輩がいる環境		育児や家事との両立への配慮	
5	地域や社会への貢献度の高さ		労働・残業・通勤時間の短さ	
6	社名や役職等の満足度		自分の趣味の取得時間	
合計		6～60点	合計	6～60点
重要視している度合いについて1～10点満点で設定し、学生が該当点数に○を記入				

4. 効果検証調査の結果・分析

4.1 関係者ヒアリングの結果

CPM インターンシップ参加学生、および実施企業の担当者からのヒアリング結果を Table5 に示す。参加学生はキャリアアップ体験に対して業務の幅や就職後のキャリアに対して新たな知見を得ることに寄与したと評価し、家庭留学においては建設業就職後におけるプライベートの在り方について考えるきっかけになっていることがわかる。また、企業の担当者のヒアリングより、各役職での業務を体験させたことによって、通常のインターンシップでは把握しきれなかった学生個々人の業務適正を把握するきっかけになったと評価していることがわかる。以上より、CPM インターンシップは学生の就業意識の形成に加え、企業サイドにおける新入社員の適正把握・教育手法の考案に一定の効果があることが明らかとなった。

Table5 List of hearing results from related parties

	キャリアアップ体験	家庭留学体験
学生	クラスごとの家庭の在り方を見聞きし、自身が家庭を持った時等のことを考えるきっかけとなった。	取締役クラスの業務体験＋家庭留学を通じ、企業が地域社会とともに歩んでいく重要性を感じた。
	転職や昇進など、就職したその先のことを考えた働き方の重要性を感じた。	家庭留学を通じて仕事をしながら家庭を支える大変さを実感した。
	まだ2週間しか研修していないが、大学では経験できなかった視点で工事現場を体験できた。	家庭を持ちたいと強く思った。
	様々な工事現場を見れてとても勉強になった。	
担当者	学生の各役職での取り組みや成果物等から、様々な適正や可能性を見出すきっかけになった。	家庭留学のハードルは高いが大学生がどのように企業や職場、家庭について考えているかを深く知ることができ、学生を身近に感じることができた。
	今回のインターンシップでの経験を通じて、社内の新人教育に役立てられればと思う。	職場とは異なった振る舞いや趣味、家庭を持つ大変さを感じてもらえたとと思う。
		家庭のみならず、私生活における地域との関わりを感じてもらえればと思う。

4.2 CPM インターン中の意識変化

4.2.1 専門工事業「学生 A」の場合

専門工事業にて CPM インターンシップを実施した学生の意識変化を Fig.5 に示す。キャリアアップを体験するにつれて Mt 値が上昇していることがわかる。また、Cr 項目の上昇率が高いことから、本 IS で疑似的にキャリアアップを経験することによって、企業への関心の醸成に寄与したと考えられる。また、係長クラスにおいて Mt 値の上昇率が最も高いことから、該当企業においては、新入社員クラスの次の役職である係長クラスが学生に働く Mt を与える傾向の役職と考えられる。

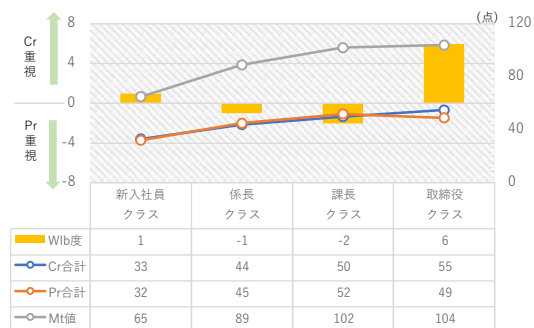


Fig.5 Awareness of work for each position

-Example of a surveying company-

4.2.2 総合建設業「学生 B」の場合

総合建設業にて CPM インターンシップを実施した学生の IS 中の意識変化を Fig.6 に示す。Wlb 度に注目すると、初期段階より Cr に偏った就業意識を有していることから、仕事への高い関心があることがわかる。一方で部長クラス時において Pr 項目が上昇し Wlb 度が 0 に接近していることから、家庭留学によって仕事と家庭とのバランスを意識が高まったと考えられる。

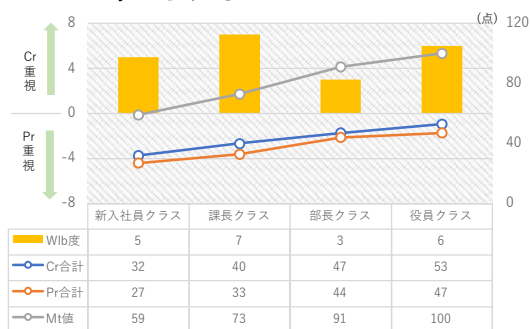


Fig.6 Awareness of work for each position

- Example of a construction company -

4.3 キャリアアップにおける意識変化

4.3.1 専門工事業「学生 A」の場合

専門工事業における各役職体験別の Cr 項目の意識変化を Fig.7 に示す。全項目において Cr に関する項目への興味が高まっていることがわかる。また、新入社員～係長クラス間において「様々な仕事に関わる環境」への興味が 4pt と上昇しており、他項目に比べ突発的に上昇している。新入社員クラスの業務では実感できなかった業務の幅広さを係長クラスという管理する側から経験することで実感することができたと考えられる。

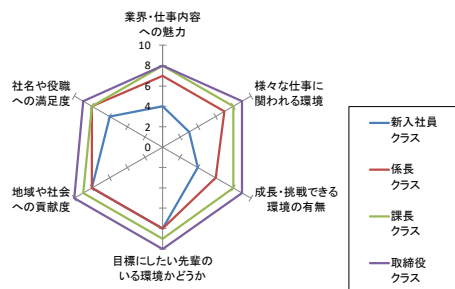


Fig.7 Change in consciousness about career items-Example of a surveying company-

次に Pr 項目の意識変化を Fig.8 に示す。新入社員～係長クラスに着目すると 3 項目にて 3pt 以上の急激な上昇がみられ、pr 項目に関する価値観の醸成に寄与していると伺える。また、課長～取締役クラスでは「仕事内容に対する給料の満足度」が減少していることがわかる。役職別の生活や価値観を知見することによって、給料面における自身のモデルイメージが形成されたと考えられる。

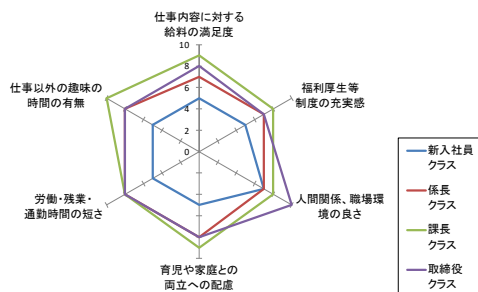


Fig.8 Change in consciousness about private items
-Example of a surveying company-

4.3.2 総合建設業「学生 B」の場合

総合建設業における各役職体験別の Cr 項目の意識変化を Fig.9 に示す。どの項目においてもキ

ャリアアップによって興味関心が上昇していることから、キャリアアップによって業界や業務への関心が高まる公があると考えられる。特に学生 B においては各役職を体験する毎に「目標にしたい先輩がいる環境」への関心が高まっていることがわかる。キャリアを追体験することによって社員同士による縦方向の関係構築の重要性や先輩社員のあり方に対する考えが深まったと考えられる。

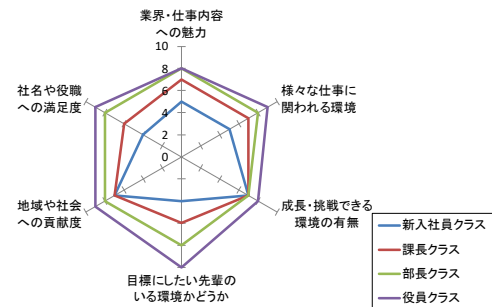


Fig.9 Change in consciousness about career items
- Example of a construction company -

次に Pr 項目の意識変化を Fig.10 に示す。新入社員クラスにおいて最も高く関心を寄せている「人間関係・職場環境の良さ」がキャリアアップを通じて上昇していることがわかる。様々な担当者の元で業務を体験したことによって、その重要性を再認知したと考えられる。また、課長～部長クラスにおいて「育児や家庭との両立への配慮」への関心が 4pt と急激に上昇していることがわかる。家庭留学を通じて家庭との両立との困難さを知見したことにより、関心が高まったと考えられる。

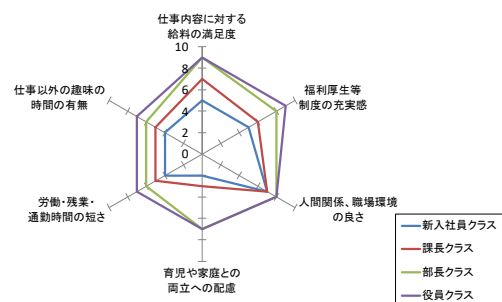


Fig.10 Change in consciousness about private items
- Example of a construction company -

5. まとめ

今回の調査の結果から以下の知見が得られた。

- ① 長期 IS が学生に与える影響について、Mt と Wlb に着目して分析を行ったところ、働くこと

への Mt を高めることに効果的である一方、IS 経験後に Wlb 度が大きく変動することから長期 IS は、企業の 1 側面のみを重点的に印象付ける可能性があることがわかった。

- ② IS 前後の比較によって、長期 IS は業務理解という点で非常に効果的であるが、Pr 項目への影響が小さい。入社後のギャップを解消するためには、Cr・Pr 双方向から職業体験を与えることが重要だと考えられる。
- ③ CPM インターンシップ中の学生の Cr・Pr・Mt の関連性の分析より、時期や変動値に個人差はあるものの、いずれの学生においても Mt が上昇していることがわかった。どの業種においても新入社員クラスの次の役職にて Cr 値 Pr 値 Mt 値の大幅な上昇がみられることから、学生が仕事に対してやりがいを感じ始める点がこれら役職の業務であると考えられる。新入社員における早期離職や仕事への Mt の低下などの防においては、入社前の学生に対しこれらの業務の魅力ややりがい等をしっかりと伝え感じてもらふことが必要であると考えられる。
- ④ CPM インターンシップに参加学生の Cr 項目の分析より、業種や学生によって個人差は生じるものの、6 項目全てに上昇傾向がみられた。特に「様々な仕事に関われる環境」では、全ての学生の関心が高まったことから、キャリアアップによって業務の幅広さや会社のあり方などを体験したことが原因であると考えられる。
- ⑤ Pr 項目の変化を分析した結果、「人間関係・職場環境の良さ」が重視される傾向にあり、役職が上がるごとに段階的に上昇していることがわかった。様々な役職を経験により、会社内でのコミュニケーションの重要性について理解を深めていると考えられる。
- ⑥ Cr・Pr 各 6 項目の変化より、CPM インターンシップが学生の就業意識にプラスの効果を及ぼす傾向にあることがわかった。また上昇傾向の特徴として(1)段階的上昇と(2)突発的上昇の 2 つの傾向がみられた。(1)段階的上昇は IS 開始前より学生が重視していた項目が IS を通じてより関心を持つようになる傾向であり、キャリアアップ体験と家庭留学が学生の働き方へ

の理解・関心を深める機会として機能している可能性がある。(2)突発的上昇は、重視していなかったが、IS 中で急激に意識が高まった傾向を示す。特定役職での業務・家庭体験によって生じる上昇であることから、複数の役職体験に一定の効果があると考えられる。

6. 課題と今後の方針

本研究より、CPM インターンシップが Cr・Pr の双方から学生の就業意識醸成に一定の効果を及ぼすことが明らかとなった。一方でキャリアアップ体験や家庭留学等の取り組みは企業関係者および学生への心理的負担も大きくプログラム内容にも改善の余地があると考えられる。今後データ数を蓄積し、より多角的な効果の検証を行うとともに、IS 期間や内容等の運用コストを考慮し、教育効果の高いプログラム展開を模索する予定である。

謝 辞

本研究は内閣府「少子化社会対策大綱」事業の一環として埼玉県県民生活部と共同で取り組んでいるものである。関係各位に感謝申し上げます。

補 注

(1)箱ひげ図を用いた分析では、全項目において各値ばらつきがみられた。そこで本稿では、同一集団における一定の傾向を把握するために平均点での分析を試みた。

文 献

- 1)平野大昌：インターンシップと大学生の就業意識に関する実証研究,生活経済研究,No.31,pp.49-65,2010.
- 2)二上武生：工学系大学における就業観醸成型インターンシップの質保証に関する取り組み-工学院大学の事例-インターンシップ研究年報,No.20,pp.11-18,2017.
- 3)門間由記子：中小企業におけるインターンシップ導入の課題-いしかわインターンシップを事例として-,インターンシップ研究年報 No.20,pp.19-24,2017.
- 4)津田将行ら：大学生のインターンシップ参加が社会人基礎力に及ぼす効果に関する研究,大学教育論叢,No.2,pp.103-110,2016.
- 5)古閑博美ら：中小企業におけるインターンシップの現状と課題,嘉悦大学研究論集,No.58,pp.37-51,2016.

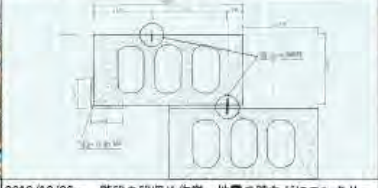
①アト施工アンカー  2018/3/18～ 倒壊防止策として、アト施工アンカーによる主筋を増設。異形鉄筋D16を長さ800mmの45度で切断したものを44本作成した。アト施工アンカーを用いて、回転・打撃式で施工した。	②金物溶接  2019/5/13～ 階段の固定用梁、同壁の引張の為に等辺山形鋼10×10×100に異形丸棒D10を溶接した。写真は溶接を担当して下さった八代研究室の竹田さん。	③ブロック積み  2019/6/20～ コンクリートブロックによる積立作業。コンクリートブロックを水平器と水準を使い、水平と垂直を見ながら積立作業を行った。鉄筋が当たる所は、鉄筋を曲げたりコンクリートブロックを削り落とした。
④足場設置  2019/8/1～ 積立作業を行っている際に手が届くなくなったため、枠組足場を設置した。型枠足場を使用しましたが、躯体を覆うかたちで組まなかったため控えを取り安全性を確保した。	⑤窓部型枠、配筋、打設  2019/11/1～ 窓部の型枠図と鉄筋配筋図を作成し、作成した図面をもとに型枠と配筋をして打設を行った。横筋にD10を使用した。あばら筋にD13を使用した。鉄筋が太かったのかコンクリートが入りきらずジャンカしてしまった。	⑥臥梁型枠、配筋、打設  2019/11/22～ 臥梁部の型枠図と鉄筋配筋図を作成し、作成した図面をもとに型枠と配筋をして打設を行った。配筋の一部をフープ筋に強度を高めた。写真は臥梁のコンクリート打設時。
⑦補強シート  2019/12/19～ 倒壊防止の為に壁面に補強シートを施工を行った。補強シートは外側と内側で異なるものを使った。外側は低弾性、内側には高弾性を使用し壁面の倒壊防止をした。写真は外側の施工直後。	⑧階段収め  2019/12/26～ 階段の収め作業。地震の時にコンクリートが前に滑り出さないために、段との間にステンレス鋼板を挟み込んだ。使用した鋼板は厚さ1mm、50×800mmを使用。なお、蹴上200、踏面200とした。	⑨下塗り、仕上げ塗り  2019/1/7～ モルタル、補修用モルタル#20を用いて下塗り、仕上げ塗りを行った。45度の角を仕上げるために、板を当て片面ずつ仕上げを行った。左の写真は⑤で脱型直後、右の写真は仕上げ塗り後。

図2 作業工程

①アト施工アンカー

西側の外壁倒壊防止策として、既存の縦筋に追加で、DECOLUXEケミカルアンカーR-16LNを使用した。長さ80cm（埋め込み部分20cmで地上部分がコンクリートブロック3段分の60cm）の異形丸棒D16の先端を45度カットして回転施工し、計44本の縦筋を追加した。

②金物溶接

階段の各段コンクリートブロック4個（18kg×4=72kg）の加重を受け止める、長さ110cmの等辺山形鋼（100×100 t10）の両端に長さ60cmの異形丸棒D10を溶接。この鉄筋が両側のコンクリートブロック壁に納まる仕組みとした。

③ブロック積み

建築用空洞コンクリートブロックC種（190×190×390）を用いて外階段の壁を積み上げる。3段目まで積み終わった時点で、40cm間隔で長さ340cmの縦主筋を24箇所を設置し、それ以後は2段おきに横筋を入れて強度を確保した。なお、詳細は後述するが、3-10段目の隅ブ

ロックについては、ブロック側面に幅2cmのスリットを設け、ここから縦筋を通して、すなわち横方からコンクリートを差し込んで積み上げる方式採用した。

④足場設置

ブロック9段目で手が届かなくなってしまったため、枠組足場を2枚の壁の外側2箇所を設置した。

⑤窓部型枠、配筋、打設

内壁の窓部については、当初は窓枠のみをコンクリートで作し、ブロック壁の間に設置する予定だったが、施工の効率を考え、8段目以降の周囲の壁（長さ120cm）と一体施工とし、この部分の型枠図と鉄筋配筋図を作成し、これをもとに配筋・型枠制作してコンクリートの打設を行った。

⑥臥梁型枠、配筋、打設

臥梁部の型枠図と鉄筋配筋図を作成し、作成した図面をもとにコンクリートの打設を行った。

⑦補強シート

西側外壁の倒壊防止策として、高速道などの橋梁の補強に用いられる炭素繊維シート（日鉄ケミカル&マテリアル株式会社製）を採用し、外側を圧縮側としてFTS-C5-30、内側を引張り側としてFTS-C7-30を貼付け施工した。

⑧階段収め

地震時などのコンクリートブロックのズレ防止策として、コンクリートブロックの重なる面の上下両面に溝を切り、5cm×8cm、厚さ1mmのステンレス鋼板を埋め込んだ。

⑨下塗り、仕上げ塗り

補修用モルタルを使い、仕上げ塗りを行った。

3. 外階段の施工記録及び竣工図の作成

施工記録として、施工時の鉄筋、窓枠、足場等のディテールを含む写真を用い工事報告書としてまとめ、竣工図は、平面図・断面図・立面図・詳細図をAutoCADで制作した。施工図面に関しては、2018年度の卒業制作でほぼ完成していたが、実際の施工において大きな変更が4点生じた。以下ではその4点について報告する。

❶北西部のブロック：図3の北西部の北から2番目の小さなブロックをなくし、モルタルで埋めた。北西部の壁部分は、元々は幅10cmの役物ブロックを入れる予定であったが、ブロックを使わなくても強度が出ると判断し、木のせき板を型枠としモルタルで固めた。

- ②隅のブロック：図 3 の隅 4 ヶ所にあるブロックの 3 段目から 10 段目までにブロックに幅 2 cm ほどのスリットを入れた。隅にあるブロックは、ウェブ間の空洞空間に鉄筋を刺さしやすいう、3 段目から 10 段目までスリットをいれて横からブロックを挿入した。なお、鉄筋を 3 段目からつなぎ合わせたので、1、2 段目はスリットをいれていない。また 11 段目より上は足場を設置して上からブロックを挿入したのでスリットを入れていない。
- ③窓枠周辺のブロック：図 4 の窓枠周辺のブロックをなくし、窓枠と壁の一部を一体化させた。元々は窓枠のみをコンクリートにする予定だったが、時間短縮のため安全を確かめた上で窓枠とその周辺の壁を鉄筋及びコンクリートで一体化させた。
- ④補強シート：図 5 の西壁内側の補強シートについては階段から下を張らないこととした。階段の下まで補強シートを張る予定だったが、強度的に問題ないと判断し、階段の内側のみ階段から下の部分を張らないこととした。

4. まとめ

「小さな家」の制作は、ものづくり大学教育力・研究力強化プロジェクト補助金事業（学長プロジェクト）の助成を賜り、3 年目で階段の制作までこぎ着けた。残る工事は外構工事ではレマン湖側すなわち調整池側の擁壁と道路側の塀となるが、2020 年度はコロナ禍の影響もあり、これを 2021 年度以降に順延し、2020 年度は建物の外形を単管フレームで制作の予定である。

末筆ながら、本制作を行うにあたり、多くの方々のご支援・ご助言をいただいた。まず壁倒壊防止策として構造面でのアドバイスをいただいた佐久間設計事務所の皆様、補強シートのご提案・ご指導いただいた大垣賀津雄教授と日鉄ケミカル&マテリアル株式会社の秀熊佑哉氏、コンクリート打設に際してご指導いただいた澤本武博教授、ブロック積みでご指導いただいた株式会社牧村工業の牧村卓治氏、さらに、材料・機材の運搬にはじまり型枠・足場の設置や日々の作業のご指導をいただいた石井哲也氏にこの場を借りて深くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 中山孝範 ル・コルビュジェ「レマン湖畔の小さな家」原寸レプリカ制作 その 1：基礎施工図面の作成 ものづくり大学建設学科 2018 年梗概 2018.1
- 2) 野口将太郎 ル・コルビュジェ「レマン湖畔の小さな家」原寸レプリカ制作 その 2：基礎の制作および完成予想図 ものづくり大学建設学科 2018 年梗概 2018.1
- 3) 滝田匠 ル・コルビュジェ「レマン湖畔の小さな家」原寸レプリカ制作 その 3：外階段施工図面の作成 ものづくり大学建設学科 2018 年梗概 2019.1
- 4) 石塚昂希 ル・コルビュジェ「レマン湖畔の小さな家」原寸レプリカ制作 その 4：外階段の施工 ものづくり大学建設学科 2018 年梗概 2020.1
- 5) 延嶋 ル・コルビュジェ「レマン湖畔の小さな家」原寸レプリカ制作 その 4：外階段の施工記録及び竣工図の作成 ものづくり大学建設学科 2018 年梗概 2020.1

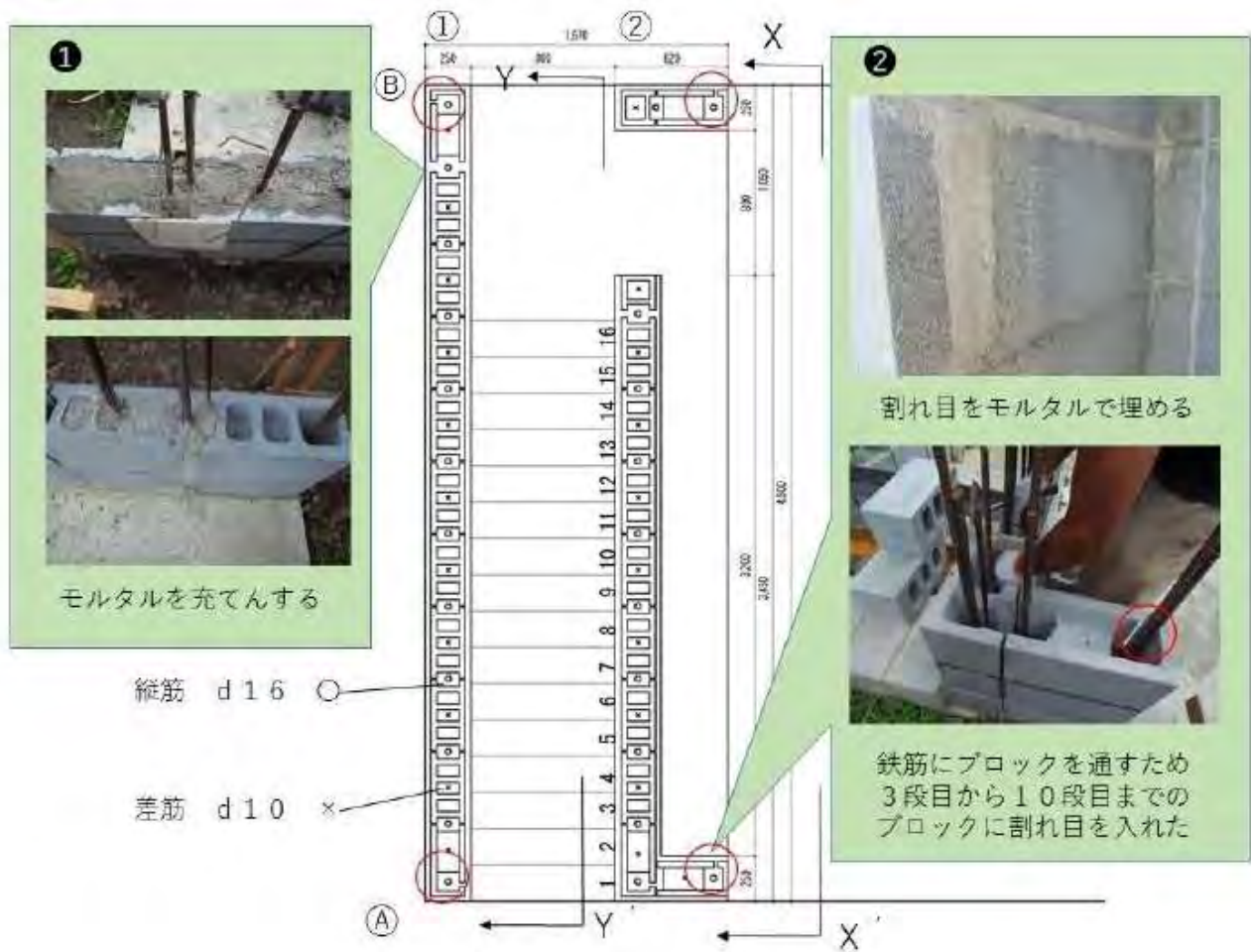


図3 平面図での変更点

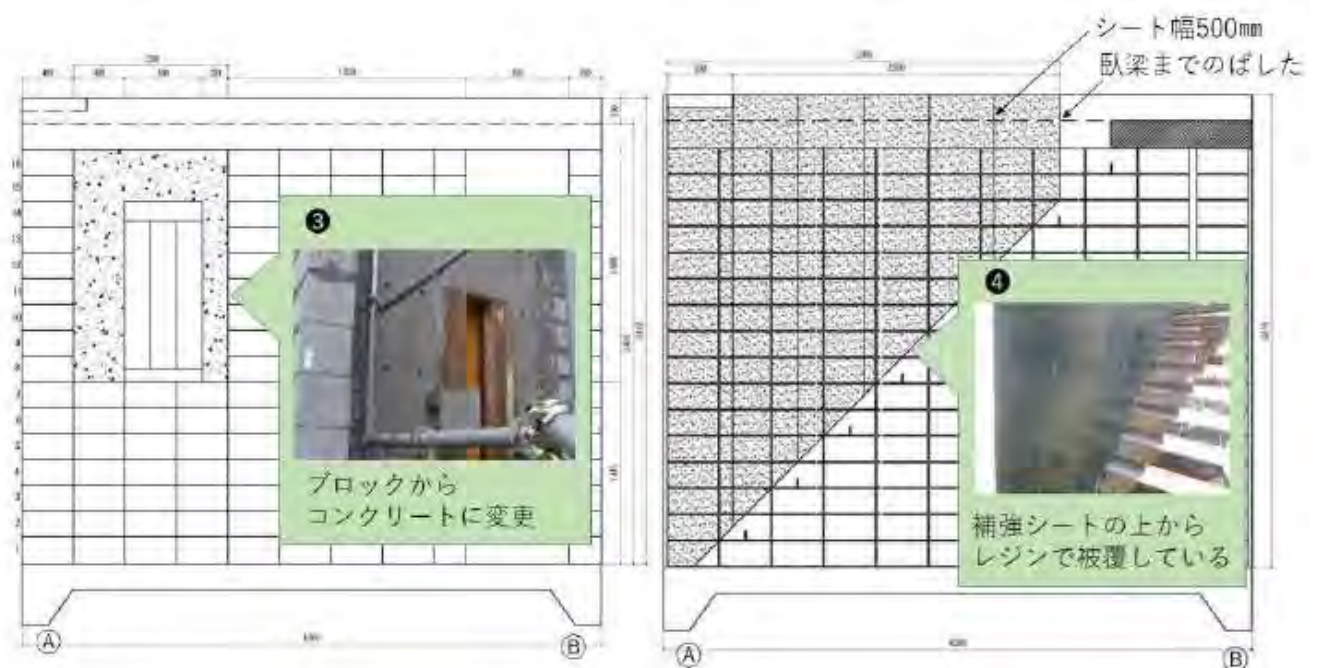


図4 窓周り変更点

図5 補強シート貼付け範囲の変更点

報 告 Report

フレッシュコンクリートの性状を表すオノマトペに関する調査

原稿受付 2020 年 6 月 5 日

ものづくり大学紀要 第 10 号 (2020) 78 ~ 80

澤本武博^{*1}, 因幡芳樹^{*2}, 蓼沼寛名^{*3}^{*1} ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*2} 株式会社フローリック^{*3} ものづくり大学 卒業生

1. はじめに

オノマトペとは擬音語, 擬声語, 擬態語を包括的にいう語である. 一般的には, 図 1 の「もちもち」, 「サクサク」のように食品の分野や, 図 2 の「チクチク」, 「ずきずき」のように医療の分野で用いられることが多い. そして, 食品の分野では体系的にオノマトペが整理されている¹⁾. 一方, 建築の分野では建築家の隈研吾氏が打合せの際に事務所のスタッフとのコミュニケーションツールとしてオノマトペを用いており, 「ぱらぱら」, 「さらさら」のように, 建築を粒子化することで表現した「オノマトペ建築」を出版している²⁾.

コンクリートの材料分野でもオノマトペが使われることはあるが, 現場では様々な表現が使われておりフレッシュコンクリートの状態との関連性について調査した事例はない.

本報告では, 埼玉県内の生コンクリート工場, 本学の学生に対しアンケート調査を実施し, フレッシュコンクリートの性状を表すオノマトペに関

する調査を行った.

2. 埼玉県内の生コンクリート工場に対するアンケート調査

今回は, 埼玉県生コンクリート工業組合に加盟する 58 工場にアンケートを配布し, 20 工場から回答が得られた. アンケート方式は自由記述とし, 使用しているオノマトペとそれが表すフレッシュコンクリートや材料の状態を記述してもらうこととした. 回答で得られた 36 種類のオノマトペを性状別に分類した一覧を表 1 に示す.

表 1 および図 3 に示すように, フレッシュコンクリートの性状を表すオノマトペは, スランプが大きい, 単位水量が大きいといったコンクリートが軟らか過ぎる時に使われる場合が多い. また, 逆にスランプが小さい, 単位セメント量が大きいといった硬過ぎる時にも使われている. 一方, スランプが良好な状態を表すオノマトペは極めて少ない.



図 1 食品の分野におけるオノマトペの例



図 2 医療の分野におけるオノマトペの例

表-1 フレッシュコンクリートの性状を表すオノマトペの一覧

回答者	スランプ			単位水量		単位セメント量		細骨材率		空気量		骨材品質が悪い	混和剤添加量が多い	密度が大きい
	大	良好	小	大	小	大	小	大	小	大	小			
7		サラサラ												
7						モチモチ		モチモチ						
7	シャバシャバ			シャバシャバ								ジャリジャリ		
6									ジャリジャリ			ガサガサ		
4									ガサガサ					
4	ベトベト							ベトベト					ベトベト	
4			ボンボン		ボンボン		ボンボン					ボンボン		
4						モッタリ		モッタリ						
4						ネバネバ							ネバネバ	
3						トロトロ							トロトロ	
3			バサバサ		バサバサ									
3										フワフワ				
3									ゴツゴツ			ゴツゴツ		
3	ビチャビチャ			ビチャビチャ										
2	テロテロ			テロテロ									テロテロ	
2								モサモサ						
2										フカフカ				
1	ベチャベチャ			ベチャベチャ										
1		サラッ												
1						ベタベタ								
1									ザクザク		ザクザク			
1													ブクブク	
1								モッサリ						
1						モッチリ								
1				チャボチャボ										
1	ドロドロ													
1			モコモコ											
1						ネチャネチャ								
1	ベロベロ													
1			ガチガチ											
1				フチフチ										
1								スナスナ						
1				ビシャビシャ										
1									ザラザラ					
1				シャーシャー										
1														デブデブ

スランプに関するオノマトペ



大

- ・シャバシャバ
- ・ベトベト
- ・ビチャビチャ
- ・テロテロ
- ・ベチャベチャ
- ・ドロドロ
- ・ベロベロ



良好

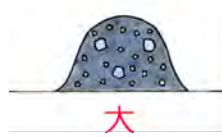
- ・サラサラ
- ・サラッ



小

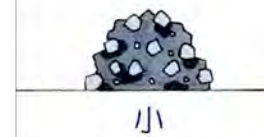
- ・ボンボン
- ・バサバサ
- ・モコモコ
- ・ガチガチ

細骨材率に関するオノマトペ



大

- ・モチモチ
- ・ベトベト
- ・モリモリ
- ・モサモサ
- ・スナスナ



小

- ・ジャリジャリ
- ・ガサガサ
- ・ゴツゴツ
- ・ザクザク
- ・ザラザラ

図3 スランプに関するオノマトペ

図4 細骨材に関するオノマトペ

表1および図4に示すように細骨材に関するオノマトペも多く見受けられ、砂と砂利の割合の不具合まで感覚的に表現されている。また、表1に示すように、骨材品質が悪いといった材料自体のオノマトペ、混和剤の過剰添加による粘性の不具合に関するオノマトペも多い。このように、フレッシュコンクリートの性状に関するオノマトペは、不具合の程度を簡便に表現しており、それを改善するために用いられていると考えられる。密度が大きいコンクリートとして「デブデブ」と聞きなれないオノマトペがあり、アンケート数が多くなると様々なオノマトペが得られると考えられる。

3. 学生に対するアンケート調査

建設材料基礎実習のコンクリートの練混ぜの際に、本学1年生から164名の回答を得た。アンケート方式は、スランプに関するオノマトペをあらかじめ表示して各自が練り混ぜたコンクリートについて複数選択してもらった。アンケート結果の一例を図5に示す。学生はスランプが過大であることを表現しているオノマトペの「ビチャビチャ」や「ドロドロ」に関してスランプが小さい場合にも感じており、スランプの大小に関わらず満遍な

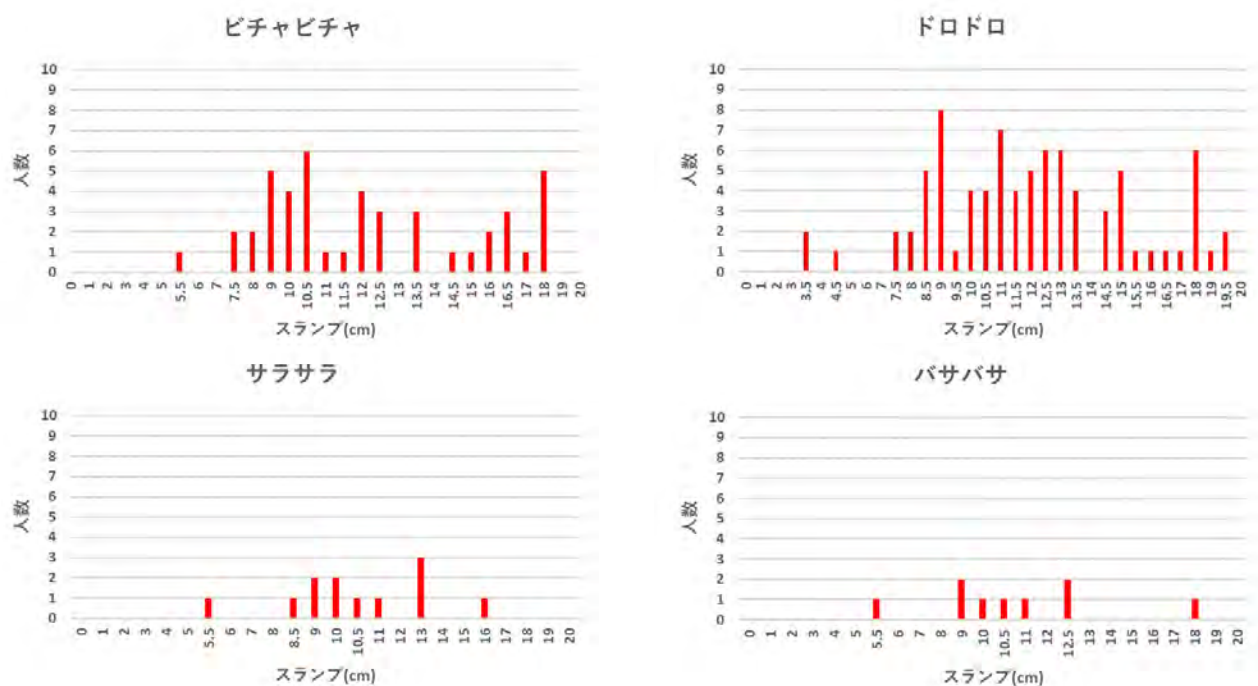


図5 1年生によるアンケート調査結果の一例

く回答があった。これは、初めてコンクリートを練るため、フレッシュコンクリートに関する性状の基準がなく、普段日常生活で使用している流動性を感じさせるオノマトペが選ばれているのではないかと考えられる。「サラサラ」と「バサバサ」については流動性を感じさせないものの、日常生活で使用するオノマトペとして少数選択されたものではないかと考えられる。

4. まとめ

- (1) フレッシュコンクリートに関する 36 種類のオノマトペを性状別に分類して整理した。
- (2) フレッシュコンクリートの性状に関するオノマトペは、コンクリートの状態、また材料の品質が悪い場合に用いられることが多く、医療の分野での使われ方に似ている。
- (3) コンクリートの性状に関するオノマトペは不具合を簡便に表現し、その状態を改善するためのコミュニケーションツールとして用いられている。
- (4) 生コン工場に勤務する技術者と大学1年生の

オノマトペのとらえ方は異なっているため、オノマトペを有効に用いるためには、十分な教育と経験が必要になると考えらる。

今後は、ゼネコンにも同様の調査を行い、製造者側と使用者側のオノマトペの使われ方に違いがあるかどうかなどについて、考察していく予定である。

謝 辞

アンケートを取りまとめて頂いた埼玉県生コンクリート工業組合、アンケートにご協力頂いた生コンクリート工場の皆様、建設材料基礎実習の履修生、ならびに澤本研究室の方々に多大なるご協力を賜りました。

文 献

- 1) 早川文代：日本語テクニカル用語の体系化と官能評価への利用、日本食品科学工学会誌 60 巻 7 号、pp.311-322 (2013)
- 2) 隈研吾：オノマトペ建築、(株) エクスナレッジ (2015)

報 告 Report

D ビルの性能検証および運用評価に関する研究（第 1 報）

—LCEM ツールを用いた熱源システムの性能検証・評価—

原稿受付 2020 年 8 月 2 日

ものづくり大学紀要 第 10 号 (2020) 81 ~ 87

久保隆太郎^{*1}, 塚見史郎^{*2}, 久保洋香^{*2}^{*1} ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*2} 株式会社日建設計 エンジニアリング部門 設備設計グループ

1. はじめに

都心部の大型オフィスには、広いワンフロアのワークスペース、高い安全性と BCP 性能、セキュリティ、高環境性能が求められる。特に、近年ではオフィスワーカーの健康性、快適性向上を目的としたスマートウェルネスオフィスが注目されている。本報で対象とするダイヤゲート池袋（以下、D ビルと称す）は、建築環境・省エネルギー機構による CASBEE-ウェルネスオフィスにおいて、スマートウェルネスオフィス認証（最高 S クラス）を取得するなど、種々の環境配慮技術を導入した超高層テナントビルである。本報告では、熱源システムのエネルギー性能を検証した結果と、国土交通省大臣官房官庁営繕部により開発された LCEM ツールを用いて、熱源システムの運用評価を行った結果について報告する。

2. 建物概要および熱源システム概要

本研究で対象とする D ビルは、低層部の V 字柱と高層部のタワーボディの外殻ブレースを特徴とする超高層テナントオフィスビルで、周辺環境が開けた鉄道線路上空を跨いで建設された。写真 1 に建物外観を、表 1 に建物概要を示す。商業施設などがある低層部は V 字柱で鉄道を大きく跨ぎ、中間免震層を挟み、その上には 15 層のオフィスがある。

図 1 に D ビルの熱源システムフロー図を示す。本建物の熱源システムは空冷式モジュールチラー、ガス吸収冷温水発生機、冷水蓄熱槽で構成される。表 2 に本熱源システムの主要設備の機器表を示す。空冷チラーはモジュール 4 台で構成され、水蓄熱槽に冷水蓄熱を行う。また、吸収冷温水発生機は 2 台設置され、蓄熱槽からの冷水供給で賄いきれない冷水需要を空冷チラーとともに追掛け運転する。また、本建物の温水需要は吸収冷温水発生機による温水製造で賄う。なお、建物のペリメーター負荷はウォールスルーユニットで処理し、本熱源システムはインテリア負荷の処理を中心に行っている。



写真 1 Dビル

表 1 建物概要

竣工：2019年2月
所在地：東京都豊島区
敷地面積：約 5,530 m ²
延床面積：約 50,000 m ²
基準階面積：2,100 m ²
天井高：2.8m~3.0m(基準階)
階数：地下2階，地上20階
構造：S造，一部RC造・SRC造 中間免震構造

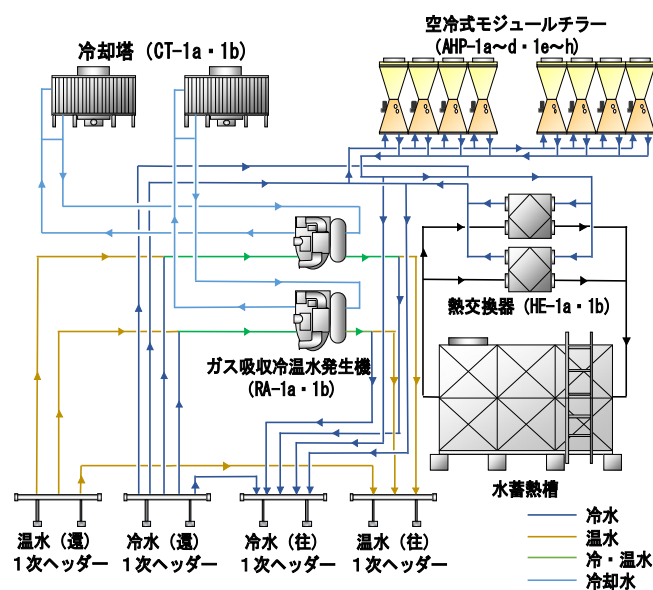


図 1 熱源フロー図

表 2 主要設備の機器表

機器名称	機器仕様
吸収冷温水発生機 RA-1a,b	冷房能力:844kW, 冷水量:1,210 ㍓/min(7.0-17.0℃), 冷却水量:4,000 ㍓/min(37.0-32.0℃), ガス消費量:51.2N m ³ /h 暖房能力:788kW, 温水量:1,210 ㍓/min(40.7-50.0℃), ガス消費量:72.4N m ³ /h
空冷チラー AHP-1a~d, -1e~h	冷房能力(蓄熱時):540kW, (追掛時):600kW 冷水量(蓄熱時):815 ㍓/min(14.5-5.0℃), (追掛時):860 ㍓/min(17.0-7.0℃), 電力消費量:173.2kW
開放式冷却塔(CT-1a,b)	冷却能力:1,395kW, 循環水量:4,000 ㍓/min(37.0-32.0℃)
冷温水一次ポンプ PCH-1a,b	能力:80φ×65φ×1,210 ㍓/min×14m(INV), 5.5kW
冷却水ポンプ PCD-1a,b	能力:150φ×125φ×4,000 ㍓/min×21m(INV), 22.0kW
冷水蓄放熱ポンプ PC-1a,b(蓄熱槽側)	能力:125φ×100φ×1,433 ㍓/min×16m(INV), 7.5kW
冷水蓄放熱ポンプ PC-1c,d(熱源・空調側)	能力:125φ×100φ×1,290 ㍓/min×28m(INV), 11.0kW
冷水2次ポンプ PC-2a~d	能力:125φ×100φ×1,525 ㍓/min×33m(INV), 18.5kW
温水2次ポンプ PH-2a,b	能力:80φ×65φ×1,215 ㍓/min×17m(INV), 5.5kW

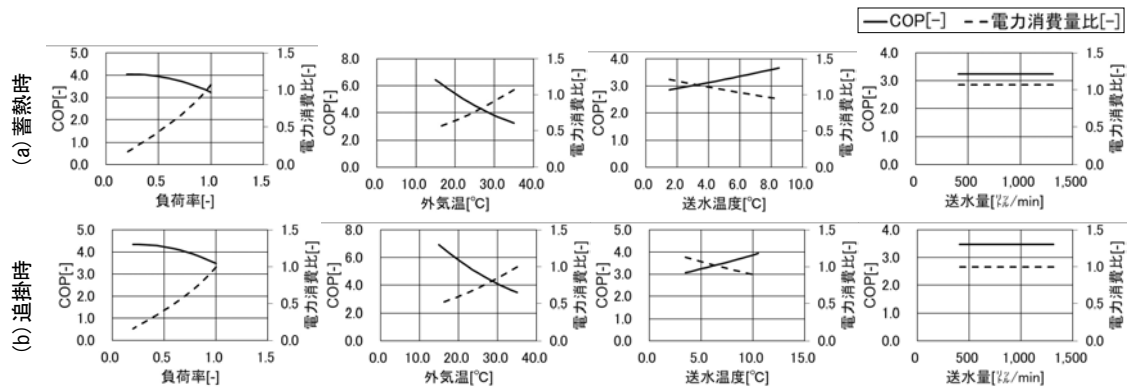


図 2 空冷チラー特性曲線

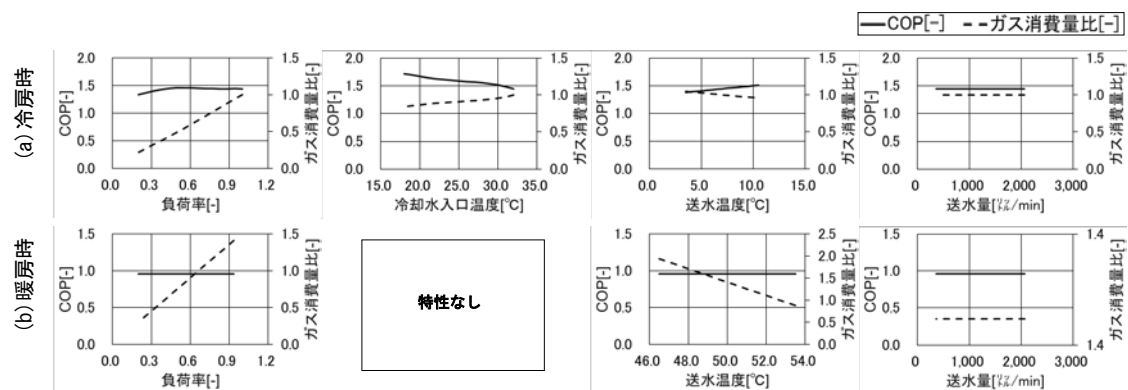
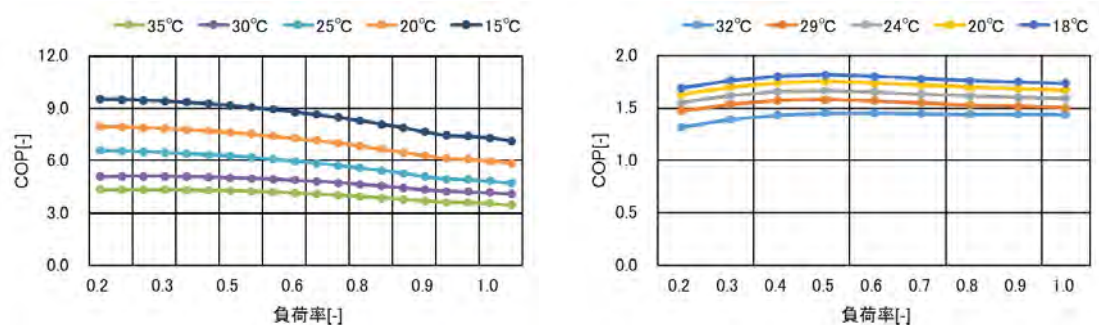


図 3 吸収冷温水発生機特性曲線

3. LCEM ツールの概要

本熱源システム導入にあたっては、設計計画段階から、国土交通省の LCEM ツールを用いてエネルギーシミュレーションを実施してきている。本章では、本熱源システムに導入された LCEM ツールの特性について述べる。なお、本熱源システムの運転特性は実際に導入された熱源機器の運転特性を反映させている。図 2 及び図 3 に空冷チラー及び吸収冷温水発生機の負荷率、外気温（冷却水入口温度）、送水温度、送水量と COP 及び電力・ガス消費量比を示す。また、図 4 に、外気温（冷却水入口温度）別部分負荷特性を示す。電力消費量比及びガス消費量比とは、定格電力消費量及び定格ガス消費量と運転時の電力及びガス消費量の割合を示している。また、冷却水入口温度とは、冷却塔で処理された冷却水の熱源機入口における温度を示している。さらに、空冷チラーの負荷率曲線は各モジュール 1 台あたりの負荷率特性を示している。図 4 に示す通り、本 LCEM ツールは熱源の負荷率状況や外界条件、熱源の送水温度に応じて運転特性が異なっている。したがって、実運転時の熱負荷情報を入力することにより、時々刻々と変動する負荷に応じて、適切な運転状況を把握することができるだけでなく、実運転のフォルト検知にも利用することができる。



(a) 空冷チラー（外気温別） (b) 吸収冷温水発生機（冷却水温度別（冷房時））
図 4 空冷チラー及び吸収冷温水発生機の部分負荷特性

4. 実運転と LCEM の比較

次章以降に LCEM ツールを用いたケーススタディーを行った結果を示すが、本章では、実運転と LCEM ツールを用いたシミュレーターの結果を比較し、LCEM による理想的な運転と実運転の差異を明らかにすることを目的とする。図 5(a)～(h)に、実運転とシミュレーションでの製造熱量・負荷、電力消費量、負荷率及び COP の比較結果を示す。

図 5 に示すように、LCEM によるシミュレーション結果は熱源の運転のタイミングや負荷に応じた稼働状況など、概ね実運転に近い運転を再現している。しかしながら、図 5(a) 及び(b)に示すように、実運転は 2 次側の冷水負荷に比較して、全製造熱量は小さい傾向が確認できる。また、図 5(c)及び(d)に示すように、実運転の熱源電力消費量は LCEM によるシミュレーション値よりも多い傾向にある。この原因は、図 5(e)及び(f)に示すように、実運転での熱源機は部分負荷率、すなわち熱源の能力が十分に発揮されておらず、その結果、図 5(g)及び(h)に示すように、蓄熱時及び放熱時ともに空冷チラーの運転効率である COP が、実運転の方が低下している状況にある。また、実運転では夜間における 2 次側の冷水負荷が計量されない状況でも吸収式冷温水発生機が運転しているなど、些少ではあるが設計者の想定していない運転状況が確認できる。

以上のように、LCEM ツールは各熱源機器や補機類が適正に運用された場合の理想状態をシミュレートすることが可能であり、このシミュレーション結果や現場でのチューニングにより、適正な運転方法の構築が可能となる。次報以降では、実運転のコミッショニングを行った結果について報告する予定である。

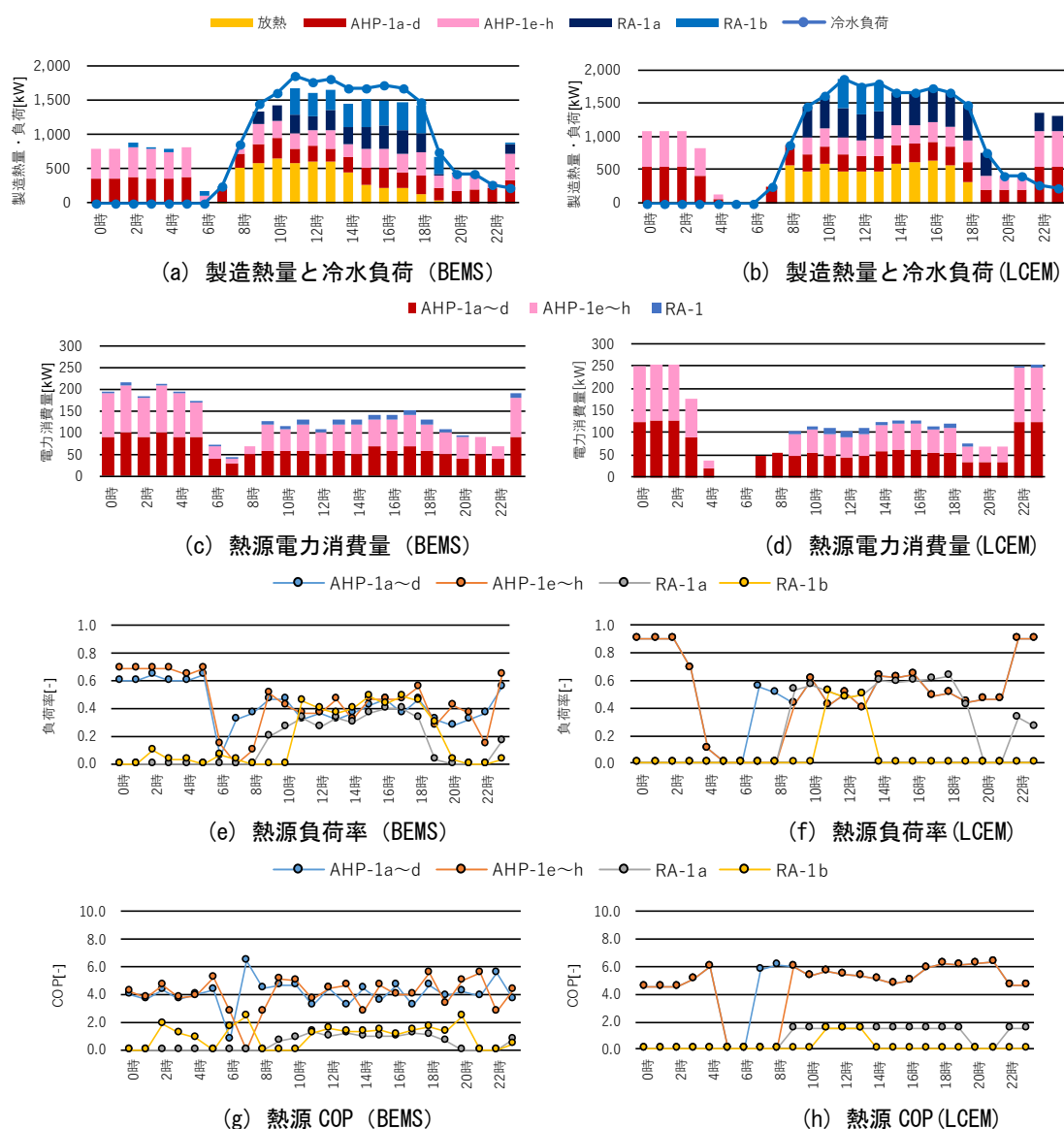


図 5 実運転とシミュレーションの比較 (2019 年 8 月 20 日)

5. 熱源運転のケーススタディー

本章では LCEM ツールを用いて負荷状況に応じた効率的な運転方法について検証する。表 3 に示すように、ケーススタディーは低負荷時および高負荷時における運転方法について検証するとともに、ピークカットの効果について分析する。低負荷時の検証は、蓄熱槽からの冷水供給を受けた熱交換器の運転が 1 台である場合の Case-1 及び 2 を、高負荷時の検証は熱交換器の運転が 2 台である場合の Case-3 及び 4 を、ピークカットの効果については Case-3 及び 5 をそれぞれ比較する。ピークカットの効果比較は、蓄熱槽からの放熱開始時間を 8 時からとしたケース (Case-3) と、一般的に冷熱負荷のピークが発生すると考えられる 13 時からとしたケース (Case-5) を対象としている。なお、低負荷時の検証に用いた負荷は 2019 年 7 月 23 日、高負荷時及びピークカット検証の負荷は 2019 年 8 月 1 日の実負荷

をそれぞれ用いている。図 6 及び図 7 に、低負荷時及び高負荷時における一次エネルギー消費量とシステム COP の比較を、図 8 にピークカット効果の検証結果を示す。

図 6 に示すように、低負荷時における一次エネルギー消費量は日中の追掛け運転をガス熱源で優先的に実施する Case-2 の方が多く、その結果、日システム COP は電気熱源による追掛けを採用する Case-1 の方が高い結果となっている。この傾向は図 7 に示すように、高負荷時での検討でも同等であり、日中の運転は電気熱源による追掛け運転の方が高効率となることを確認できた。

また、図 8 に示すように、蓄熱槽からの放熱運転は、ピークカット時間に集中的に実施することで、日システム COP は約 2% 程度向上することが分かった。これは、Case-5 の場合は日中の追掛け運転が空冷チラーのみで賄え、高い COP で運転出来ていることが要因と考えられる。

表 3 各ケースの概要

ケース名称	運転概要		備考
	熱交換器運転台数	優先運転	
Case-1	1台	電気優先	放熱開始8時
Case-2		ガス優先	
Case-3	2台	電気優先	放熱開始13時
Case-4		ガス優先	
Case-5		電気優先	

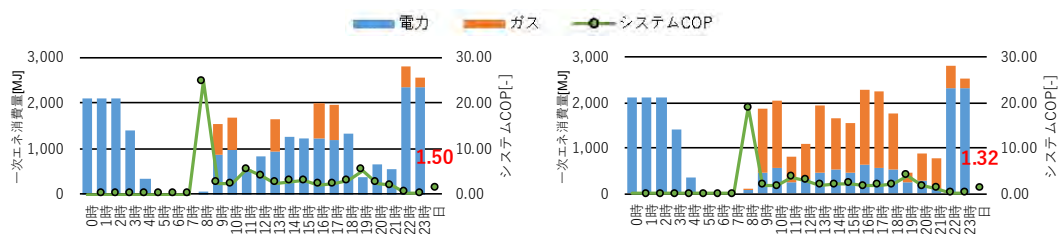


図 6 低負荷時における一次エネルギー消費量とシステム COP の比較
(左 Case-1, 右 Case-2)

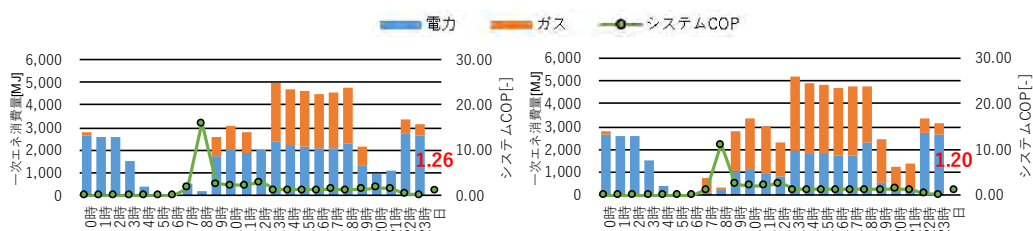


図 7 高負荷時における一次エネルギー消費量とシステム COP の比較
(左 Case-3, 右 Case-4)

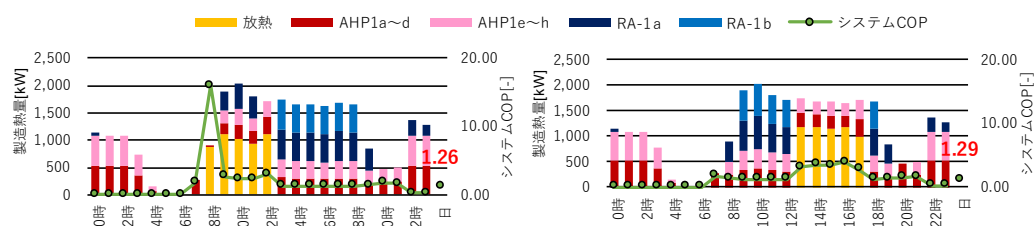


図 8 ピークカット効果の検証（左 Case-3, 右 Case-5）

6. まとめ

本報告は、熱源システムの効果的な運用を実現するために、LCEM ツールを用いた熱源性能の分析を行った結果について報告した。その結果、低負荷時及び高負荷時における日中の追掛け運転は、電気熱源を優先的に稼働させることで高効率な運転となることを示した。また、ピークカット運転の効果として、約 2% 程度の日システム COP の向上を図ることが可能であることを示した。今後は、LCEM ツールを用いて、本熱源システムの最適な運用方法について検証するとともに、冬季を含めた年間の運用方法について分析する予定である。

文 献

- 1) 塚見, 上野ら: 鉄道上空の高層オフィスビルにおける排気利用型ウォールスルー空調システムの検証 その 4,5, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2020 年 9 月
- 2) 塚見ら: 鉄道上空の高層オフィスビルにおける排気利用型ウォールスルー併用空調システムの検証その 4, 空気調和衛生工学会学術講演梗概集, 2020 年 9 月
- 3) 久保, 加藤ら: 鉄道上空の高層オフィスビルにおける排気利用型ウォールスルー空調システムの検証 その 1~3, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2019 年 9 月

報 告 Report

ものづくり大学同窓会 2019 年度 活動報告

原稿受付 2020 年 6 月 22 日

ものづくり大学紀要 第 10 号 (2020) 88 ～ 93

中元良成^{*1}, 上原苑子^{*2}, 加藤大樹^{*3}, 神裕仁^{*4}, 大塚秀三^{*5}, 齋藤修一^{*6}^{*1}ものづくり大学同窓会 理事(事務部 総務課 会計係)^{*2}ものづくり大学同窓会 会長(学務部 学生課 就職・インターンシップ係 主任)^{*3}ものづくり大学同窓会 理事(事務部 総務課 施設係 主任)^{*4}ものづくり大学同窓会 書記(学務部 教務課 教務係)^{*5}ものづくり大学同窓会 監事(技能工芸学部 建設学科 教授)^{*6}ものづくり大学 学務部 学生課 参事(就職担当)

1. はじめに

ものづくり大学同窓会（会長：上原苑子・建設学科第 2 期卒業生）は、2008 年度の設立から、ものづくり大学卒業生への情報発信および支援等をはじめ、地域貢献活動を中心に行っている。設立から 11 年目を迎え近年においては、ものづくり大学と連携した活動も多くなり、大学・在学生と卒業生を繋ぐ存在であることを確立してきている。

ここでは、2019 年度における、ものづくり大学同窓会の活動を報告する。

2. 活動概要

活動概要は「表 1」の通りである。「ものづくり体験教室」は、行田市よりものづくり大学が依頼を受けている「おもしろものづくり教室」として 1 回分を実施した。「名刺交換交流会」は 2014 年度から実施しており、2019 年度は総会と同日開催で実施した。「碧蓮祭における活動」では、ものづくり大学同窓会花火大会および懇親会を開催、卒業生が主として行う体験教室・展示会・出店ブースの設置等を実施した。「最終講義」では、ものづくり大学との共催で、退職される 2 名の教員による最終講義を実施した。「証明書発行代行」では、卒業生の証明書発行を同窓会が代行で行うことで就業支援の一環として実施した。近年では、これら地域や卒業生向けの活動だけではなく「同窓会奨学金」, 「新入生歓迎イベント」, 「同窓会表彰」, 「卒業生への記念品贈呈」に加え「新入生への記念品贈呈」を新たに実施し、在学生に向けたサポートの充実にも努め、活動の幅を広げている。

表 1 活動概要

No.	活動	実施時期
1	新入生への記念品贈呈	4 月 3 日
2	新入生歓迎イベント	4 月 19 日
3	名刺交換交流会	5 月 19 日
4	ものづくり体験教室	7 月 28 日
5	碧蓮祭における活動	10 月 26 日, 10 月 27 日
6	同窓会奨学金	11 月 13 日 (奨学生証認定授与式)
7	最終講義	2 月 14 日
8	同窓会表彰	3 月 13 日
9	卒業生への記念品贈呈	3 月 13 日
10	証明書発行代行	随時

3. 活動内容

3.1 新入生への記念品贈呈

3.1.1 概要

新入生に対し、ものづくり大学同窓会の認知度向上を図るため、2019 年度入学生より入学記念品の贈呈を開始した。

3.1.2 実績報告

「ものづくり大学らしさ」と授業や大学生活に活用できるような物として、ものづくり大学同窓会の名入り軍手を贈呈した。授業やイベントなどで使用している学生もいたため、次年度以降も継続して軍手の贈呈を続けていきたい。

3.2 新入生歓迎イベント

3.2.1 概要

「新入生歓迎イベント」とは、新入生と教職員・在学生在が交流を図ることにより、新入生が大学生活における不安を解消し、早く大学生活に馴染めるようにすることを目的とし、ものづくり大学同窓会主催で 2017 年度より継続して実施しているイベントである。

3.2.2 実績報告

「ものづくりの道」で新入生歓迎バーベキューを開催し、多くの新入生が参加した。また、上級生も参加し、所属しているクラブ等の紹介などを行っている姿も見られ、在学同士との交流も深めることができた。2019 年度では、当日行われていた授業内にて、担当教員からの呼びかけがあったことにより、前年度に比べてさらに多くの参加者数となった。

参加した学内関係者や、新入生からも好評であったため、今後も継続してイベントを主催していきたい。

3.3 名刺交換交流会

3.3.1 概要

「名刺交換交流会」とは、業界業種の異なる卒業生同士の交流を深めることを目的とし、2014 年度より実施したイベントであり、2017 年度からは、ものづくり大学同窓会総会と同時に開催している。

3.3.2 実績報告

2019 年度は 10 名の参加者が集まり、遠方から参加した卒業生もいた。日常の仕事では聞けない他業種の話や、取り扱っている商品の紹介など、参加者は情報収集等に活用している様子であった。

参加者数が、まだ少人数であるため、卒業生に向けた周知の方法を検討していきたい。

3.4 ものづくり体験教室

3.4.1 概要

「ものづくり体験教室」は、行田市およびものづくり大学からの依頼を受け活動を行っている。主な活動は、子供向けの体験教室であり、体験教室を通じて、参加者の「ものづくり」に対する関心を深めることと同時に、ものづくり大学の認知を広げる目的で継続して実施している。体験教室実施にあたり、講師等のスタッフについては、卒業生の有志で募った Teaching Staff を中心に行っている。

3.4.2 実績報告

2019 年度の体験教室の実施は「表 2」の通りである。毎年実施している「おもしろものづくり教室」では、楽しみにしているリピーターも多く、募集定員を超える参加者数であった。スタッフは、卒業生の有志だけでなく在学生もスタッフとしたため、参加者が親しみやすい体験教室ができ、高い満足感を得られたとともに、大学のイメージアップ、認知度向上にも繋がっていることから、今後も継続して行っていきたい。

表 2 体験教室実施一覧

No.	体験教室名	イベント	実施日 実施場所	依頼元	参加者数
1	ちょっとおしゃれなオリジナル小物入れ（宝箱）をつくろう	おもしろものづくり教室	2019 年 7 月 28 日 ものづくり大学	ものづくり大学	45 名

3.5 碧蓮祭における活動

3.5.1 概要

「碧蓮祭における活動」では、ものづくり大学同窓会、卒業生および教職員の寄付金協力により実施している花火大会、懇親会の開催、卒業生による体験教室・模擬店・遊具の制作・展示会の出展支援、近隣店舗の模擬店誘致、1 年生の出店支援等様々な活動を行っている。なお、碧蓮祭は 10 月 26 日（土）、10 月 27 日（日）に開催された。

3.5.2 実績報告

卒業生で制作したジェットコースターは、昨年度より規模拡大をしたことにより、大行列になるほどの賑わいを見せていた。また、体験教室の会場も、多くの人が参加していた。

花火大会と同時開催の懇親会では、卒業生を始め、退職された教員、在學生も参加しており、例年通りの賑わいを見せた。1年生団体の参加率向上を目的として実施している出店支援では、運営・準備費を補うため、21団体に支援を行った。2018年度の実績は6団体であったことから、支援により、多くの1年生が碧蓮祭に参加できたことがわかる。次年度以降も、これらの活動を続けていきたい。

3.6 ものづくり大学同窓会奨学金

3.6.1 概要

「ものづくり大学同窓会奨学金」とは、ものづくり大学の掲げる教育理念の下、優秀な人材の育成を目的とし、授業料等の経済的負担の軽減を図るための支援として、2017年度から始めた給付型の奨学金である。学業成績が優秀で修学意欲に富み、かつ、人物・健康ともに優れ将来が嘱望される者、家計が経済的に窮している者を対象に、年額12万円、対象者8名、総額96万円を給付している。

3.6.2 実績報告

2019年度も8名に給付を決定し「奨学生証認定授与式」を11月13日（水）に実施した。今後も、在學生の経済的負担の軽減に貢献し、より多くの優秀な人材を社会へ輩出するための支援として、「ものづくり大学同窓会奨学金」を引続き実施していきたい。

3.7 最終講義

3.7.1 概要

「最終講義」は、ものづくり大学との共催で行い、当該年度で退職する教員による講義を実施している。講義の内容については、教員に一任しており、教員の個性が活かされた講義内容となっている。参加者は卒業生だけでなく、在學生、学内の教職員、非常勤講師も聴講している。また、講義終了後には、退職される教員との懇親会を実施した。

3.7.2 実績報告

2019年度は、高橋正明教授（総合機械学科・ナノデザイン研究室）、龍前三郎教授（総合機械学科・計測研究室）による最終講義が行われた。2名の教授は、研究成果、在職中の思い、学生へのメッセージ等、普段の講義では聞けない内容を話していた。

参加者数は、総合機械学科の卒業生や在學生を中心に100名弱の参加があった。

講義後の懇親会では、研究室でお世話になった卒業生や現役の卒研学生、教職員など多くの参加があり、賑わいを見せた。

3.8 同窓会表彰

3.8.1 概要

「ものづくり大学同窓会表彰」は学内の卒業（修了）研究・制作で優れていると認められた学生や、社会的に学術研究等の成果が優れていると認められた学生等を表彰する制度

であり、卒業（修了）研究・制作に取り組む学生の成果を評価することで、学生の研究・制作に取り組む姿勢を高めてもらいたいという願いから 2013 年度より継続して実施している。なお、表彰対象者については両学科教員の協力のもと選考されている。

3.8.2 実績報告

2019 年度のものづくり大学同窓会表彰は、「表 3」の通り、8 名の卒業生（製造学科 4 名、建設学科 4 名）、1 名の修了生の表彰を行った。受賞した卒業（修了）生には、社会に出てからもより一層の活躍を期待したい。

表 3 2019 年度ものづくり大学同窓会表彰一覧

No.	学科	氏名	タイトル
1	製造学科	大友 勇人	森の IoT, センサーメッシュネットワークによる STEM 学習支援環境の構築
2	製造学科	鈴木 隆介	NHK ロボコン競技に特化した高性能マイコンの学習支援教材
3	製造学科	安西 侃	真空断熱材の平面性改善に関する研究
4	製造学科	高田 征弥	VR による足場高所作業訓練システムの改良
5	建設学科	山本 佑香	すみかえる-双葉町の木造住宅改修計画-
6	建設学科	石川 真由	技能五輪全国大会左官職種競技における材料特性に関する研究
7	建設学科	埜口 太樹	家屋文鏡に描かれた各種建築の復元模型の制作
8	建設学科	鈴木 あかね	木造戸建住宅の気密性能に関する研究試験体による各部の隙間特性の把握
9	ものづくり学 学研究科	奥山 夏樹	実施工におけるコンクリートのブリーディング性状に関する評価と構造体コンクリートの各種品質に及ぼす影響

3.9 卒業生への記念品贈呈

3.9.1 概要

「卒業生への記念品贈呈」は、卒業生に対し、同窓会事業への関心を高めることを目的として、2018 年度から実施している。

3.9.2 実績報告

2019 年度では、ものづくり大学同窓会事業の案内と一緒に、英文名称入りの名刺ケースを 201 名の卒業（修了）生に贈呈した。卒業生に名刺ケースを贈呈することで、同窓会事業に関心を持ってもらい、卒業後利用できる制度の利用者数や、ものづくり大学同窓会への協力者数を増やしていきたい。

3.10 証明書発行代行

3.10.1 概要

卒業生・修了生が各種証明書を発行する際、ものづくり大学に来学し直接申請をするか、郵送にて所定の手続きを経て申請を行う必要がある。しかしながら、ものづくり現場の一線で活躍する卒業生の多くが、地理的・時間的制約の中でこうした手続きを行うことが難しい現状がある。2018 年度より実施している「証明書発行代行」は、ものづくり大学同窓会からの支援の一環として、会費を納めている正会員に限り無料で証明書発行に係る手続きを同窓会が代行するものである。

3.10.2 実績報告

2019 年度は、4 件の申請を代行した。2020 年度より実施予定の資格取得講座と併せて卒業生に向けた周知を行い、多くの卒業生が活用できるよう引き続き実施する。

4. まとめ

ものづくり大学同窓会は、2008 年度に設立して 11 年が経ち、新しい制度の制定や活動の幅を広げてきた。設立時から継続して行っている地域貢献活動に加え、卒業生、在学生向けの支援活動も少しずつ充実させてきた。2020 年度では、新たに卒業生・在学生・近隣の企業向けに資格取得対策講座を実施予定であり調整を行っている。

ものづくり大学同窓会の認知度向上のため、広報手段として、HP、ブログ、ツイッター、facebook、ものづくり大学同窓会 LINE 等で引き続き活動の周知をしていきたい。

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総合機械学科・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
- 4) 中元良成・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 25 年度 地域貢献活動報告, ものづくり大学紀要, pp.69-72,2014.12
- 5) 中元良成・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 26 年度 地域貢献活動報告, ものづくり大学紀要, pp.49-53,2016.4
- 6) 中元良成, 上原苑子, 加藤大樹, 大塚秀三, 齋藤修一：ものづくり大学同窓会 2015 年度 活動報告 pp.32-37,2018.2
- 7) 中元良成, 上原苑子, 加藤大樹, 神裕仁, 大塚秀三, 齋藤修一：ものづくり大学同窓会 2017 年度 活動報告 ものづくり大学紀要 2018, pp38-41
- 8) 中元良成, 上原苑子, 加藤大樹, 神裕仁, 大塚秀三, 齋藤修一：ものづくり大学同窓会 2018 年度 活動報告 ものづくり大学紀要 2019, pp65-70,2019.9