

ものつくり大学 紀要 2018

The Bulletin of INSTITUTE OF TECHNOLOGISTS

08

目次

論文

- 1 コンクリート柱部材の表層品質に及ぼす養生方法および使用環境の影響
齊藤雅仁, 澤本武博, 舌間孝一郎, 樋口正典
- 9 硝酸銀溶液噴霧による硬化コンクリートの塩化物イオン浸透深さ試験方法に関する研究
戸邊ころ, 澤本武博, 森濱和正, 青木優介, 川俣孝治
- 18 コンクリート床版における養生方法の違いが表面硬さおよび耐久性に及ぼす影響
坂本大河, 澤本武博, 樋口正典, 臺哲義, 梶貢一
- 24 An analysis of conversation repairs by non-native speakers of Japanese:
from the perspective of grammar in interactions and 2nd language acquisition. 土井香乙里

報告

- 32 コンクリートポンプ工法に用いる輸送管の摩耗に関する実態調査
五十嵐海南, 大塚秀三, 奥山夏樹
- 38 ものづくり大学同窓会 2017年度 活動報告
中元良成, 上原苑子, 加藤大樹, 神裕仁, 大塚秀三, 齋藤修一

論文 Article

コンクリート柱部材の表層品質に及ぼす養生方法および使用環境の影響

原稿受付 2018 年 9 月 26 日

ものづくり大学紀要 第 8 号 (2018) 1~8

齊藤雅仁^{*1}, 澤本武博^{*2}, 舌間孝一郎^{*3} 樋口正典^{*4}^{*1} ものづくり大学大学院 ものづくり学研究科 修士課程^{*2} ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*3} 前橋工科大学 工学部 社会環境工学科^{*4} 三井住友建設株式会社 技術本部 技術研究所**Effects of Curing Methods and Environments on Surface Properties of Concrete Pillar Members**Masato SAITO^{*1}, Takehiro SAWAMOTO^{*2}, Koichiro SHITAMA^{*3} and Masanori HIGUCHI^{*4}^{*1}INSTITUTE OF TECHNOLOGISTS, Graduate School of Technologists^{*2}INSTITUTE OF TECHNOLOGISTS^{*3}MAEBASHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY^{*4}SUMITOMO MITSUI CONSTRUCTION Co.,Ltd.**Abstract**

The properties of concrete surface which influence the durability of concrete structures will be greatly affected on curing conditions and use environments. In this study, the effects of type of cement, demolding timing, curing method and use environment on surface properties of concrete were investigated. As a result, curing method supplying water from outside of the concrete was most effective to do the coefficient of air permeability small in case of the normal portland cement was used. Curing method which didn't make water dry from the concrete surface was effective to do the coefficient of air permeability small in case of the portland-blast furnace slag cement typeB was used. About the use environment, the coefficient of air permeability of the concrete pillar member under outdoor environment was smaller than that of the pillar member under indoor environment, and it was conspicuous by using the portland-blast furnace slag cement typeB compared with the normal portland cement. When the type of cement, curing method and the use environment were different, there was no clear correlation between the coefficient of air permeability and the compressive strength. Therefore, the durability of the concrete can't be judged by only the strength, and it is better to measure gaseous passage resistance directly.

Key Words : Concrete, Coefficient of air permeability, Curing, Environment, Water content, Compressive strength, Rebound number

1. はじめに

コンクリート構造物は、現場で個別に生産されることが多いため、その品質はセメントの種類や水セメント比などコンクリートの配合、打込み時期、脱型時期、養生方法、使用環境などの要因に

左右される。

一方、コンクリートの耐久性を評価するにあたって、一般的にコンクリートの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、耐久性と圧縮強度は必ずしも一致するものではないと考えられ、直接的にかぶりコンクリート

Table 1 Mix proportions of concrete

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)	2days	7days (Indoor)	7days (Outdoor)	
N	53.5	12	168	315	804	1001	3.780	11.5	4.3	26.8	8.4	18.6	18.8	27.7
BB	51.5	12	166	323	791	1003	3.876	10.5	3.6	24.6	8.9	23.4	24.8	37.4

Table 2 Curing methods and environments

Cement	Demolding time	Environment	Curing method			
			Atmospheric curing	Membrane curing	Sealed curing	Wet curing
N	2days	Indoor	○	○	○	○
		Outdoor	○	—	—	—
	7days	Indoor	○	○	○	○
		Outdoor	○	—	—	—
BB	2days	Indoor	○	○	○	○
		Outdoor	○	—	—	—
	7days	Indoor	○	○	○	○
		Outdoor	○	—	—	—

の物質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)}、セメントの種類、脱型時期、養生方法の相違、屋内・屋外における使用環境を組み合わせ、実大試験体を用いて検討した例はほとんどない。

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、脱型時期、養生方法および使用環境を変化させた場合の透気係数、含水率、圧縮強度および反発度の関係について検討した。

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 Table 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）および高炉セメント B 種（以下、BB と称す）のいずれを用いた場合も、呼び強度 27 のレディーミクストコンクリートとした。



Fig. 1 Curing methods



Fig. 2 Set in outdoor



Fig. 3 Air permeability test



Fig. 4 Water content test (Surface)



Fig. 5 Water content test (Inside)



Fig. 6 Rebound number test

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で打ち込み、内部振動機で締め固めた。また、圧縮強度試験用供試体として、柱部材と同日に脱型し、同様の養生を行ったφ100mm×200mmの円柱供試体を、JIS A 1132 に準じて各 3 本ずつ作製した。

2.2 養生方法および使用環境

養生方法と使用環境の組合せを Table 2 に示す。屋内環境においては、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。膜養生は脱型直後に収縮低減型養生剤を塗布することとした。また、封かん養生は脱型直後に市販の養生テープを貼り付け、湿布養生は脱型直後に湿らせたマットを貼り

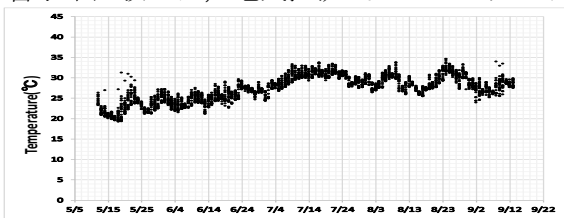
付け、型枠を再度あてがい、3日おきに散水した。なお、封かん養生および湿布養生は脱型日から材齢28日まで行った。養生の様子を Fig.1 に示す。屋内環境実験は、埼玉県行田市において、空調のない実験棟に2017年5月中旬から2017年9月中旬まで設置することとした。

一方、屋外環境においては、セメントの種類および脱型時期を変化させた場合の気中養生のみとし、柱部材の側面が東西南北になるように設置した。屋外曝露の様子を Fig.2 に示す。屋外環境実験は、埼玉県行田市において、柱部材に直接日射や雨が掛かる状況で2017年5月中旬から2017年9月中旬まで設置することとした。

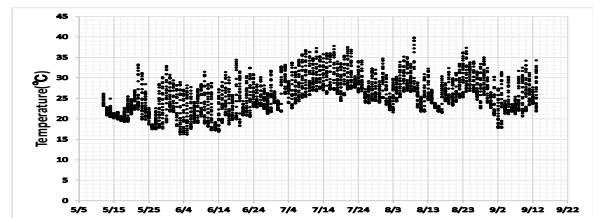
2.3 透気試験および含水率試験

透気試験の様子を Fig.3 に示す。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、おおそ材齢1ヶ月および材齢3~4ヶ月の範囲において、屋内の場合は柱部材の各養生面、屋外の場合は柱部材の南面および北面の中央部付近を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。なお、材齢1ヶ月の測定箇所をマーキングしておき、材齢3~4ヶ月において表層透気係数を測定する際には、材齢1ヶ月に測定した箇所と同じ場所を測定した。また、屋外曝露している柱部材の測定の際には、降雨による含水率の上昇が測定値に影響を及ぼさないように、測定まで数日間降雨がない日を選定した。

含水率試験では、電気抵抗式のコンクリート水

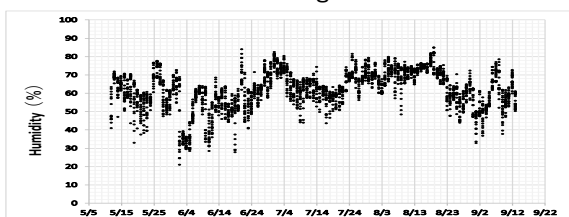


(a) Indoor

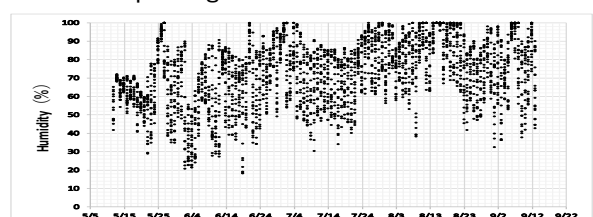


(b) Outdoor

Fig. 7 Relation between temperature and passage



(a) Indoor



(b) Outdoor

Fig. 8 Relation between humidity and passage

分計により、透気試験と同じ材齢でコンクリートの表面および内部の含水率を測定した。測定の様子を Fig.4 および Fig.5 に示す。なお、内部含水率の測定は屋内環境の柱部材で40および80mm、屋外環境の柱部材で25, 50, 75および100mmとした。

2.4 反発度試験

反発度試験の様子を Fig.6 に示す。反発度試験は、NR型リバウンドハンマーを用い、屋内環境で透気試験を行った付近において JIS A 1155 に準じて材齢3~4ヶ月の範囲で行った。なお、各脱型時期および養生方法それぞれ9ヶ所ずつ試験を行い、平均値を反発度とした。

2.5 圧縮強度試験

圧縮強度試験は、柱部材と同様の養生を行った円柱供試体を用い、JIS A 1108 に準じて材齢3~4ヶ月の範囲で行った。

3. 実験結果および考察

3.1 屋内・屋外環境における温度・湿度

実験環境を Fig.7 および Fig.8 に示す。屋内に比べて、屋外の方が温度および湿度の変化が大きく、5月中旬から9月中旬の間は、全体的に屋内の湿度が低く、屋外の方が高い。また、屋外では湿度が100%近い時も多く、コンクリート表層部に及ぼす降雨の影響が生じるものと考えられる。

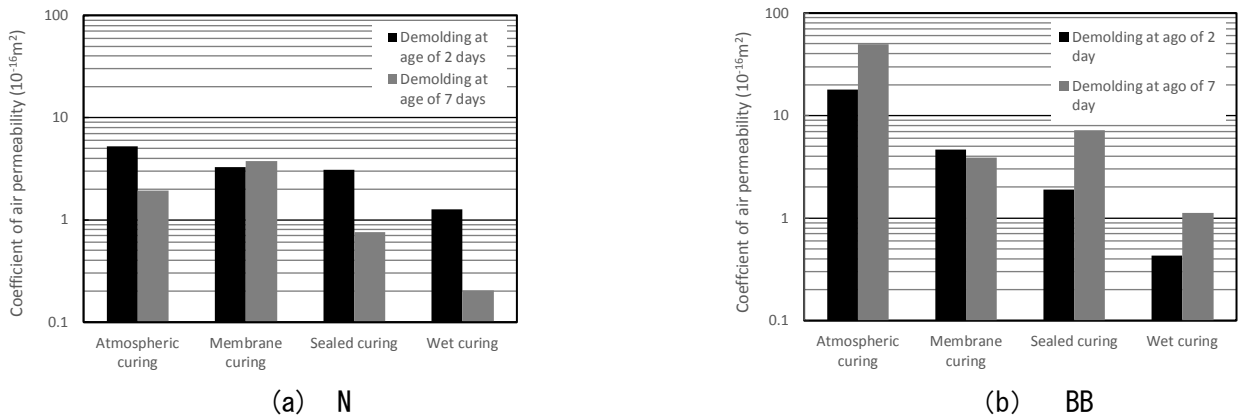


Fig. 9 Effects of curing methods on coefficient of air permeability (Age of a month)

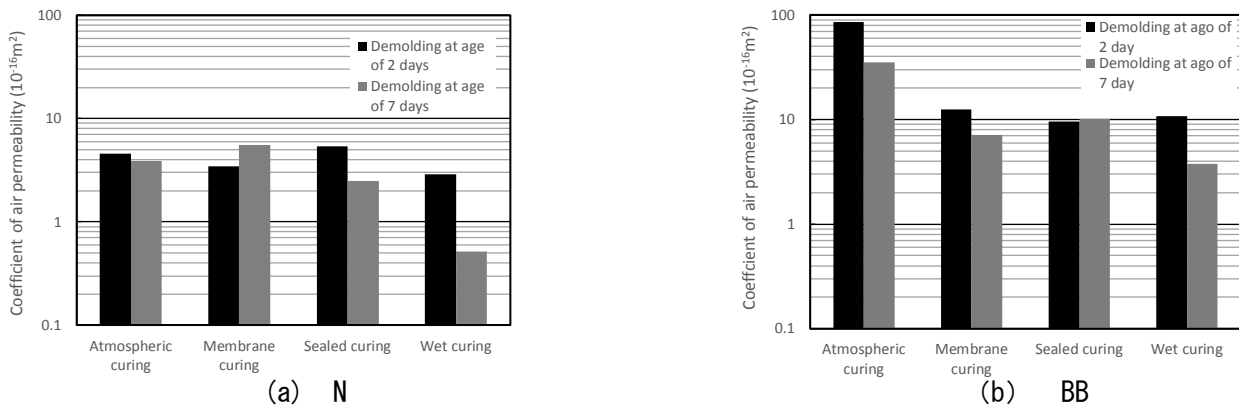


Fig. 10 Effects of curing methods on coefficient of air permeability (Age of 3~4 months)

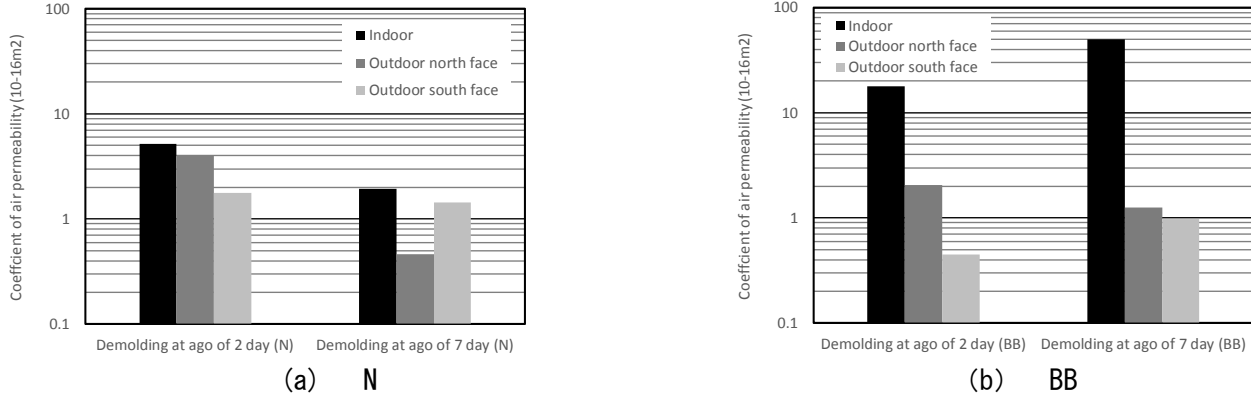


Fig. 11 Effects of environments on coefficient of air permeability (Age of a month)

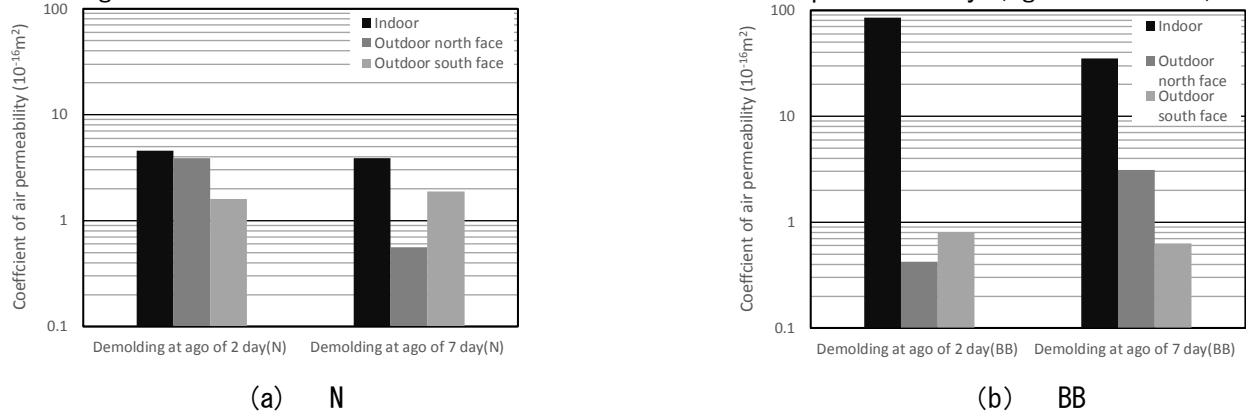
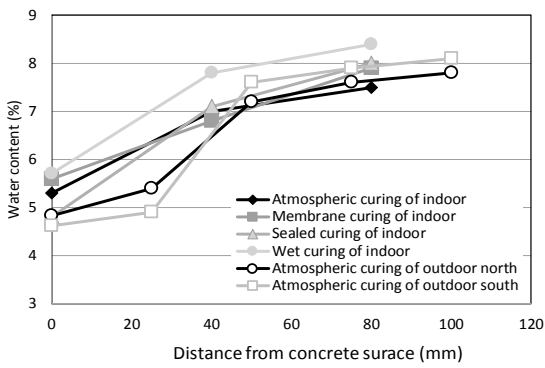
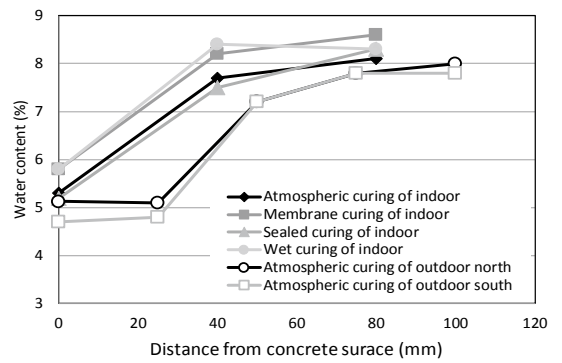


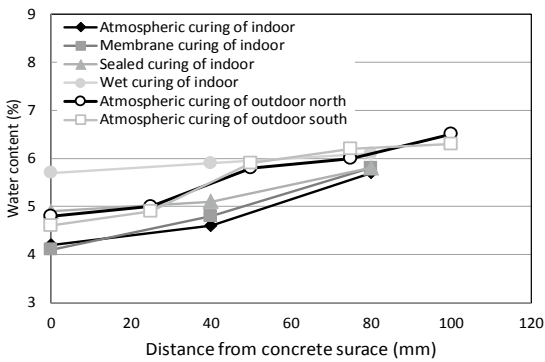
Fig. 12 Effects of environments on coefficient of air permeability (Age of 3~4 months)



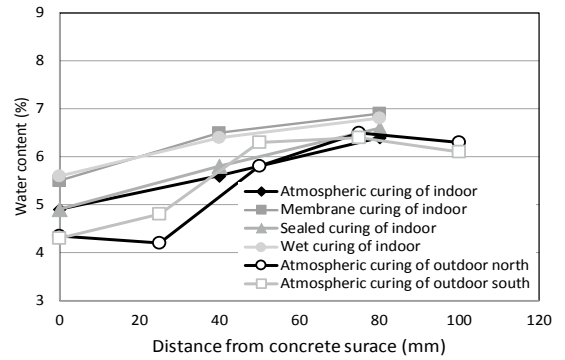
(a)N :Demolding at age of 2 days



(b)N :Demolding at age of 7 days

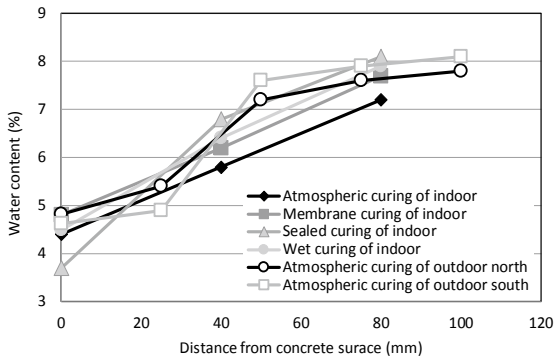


(c)BB :Demolding at age of 2 days

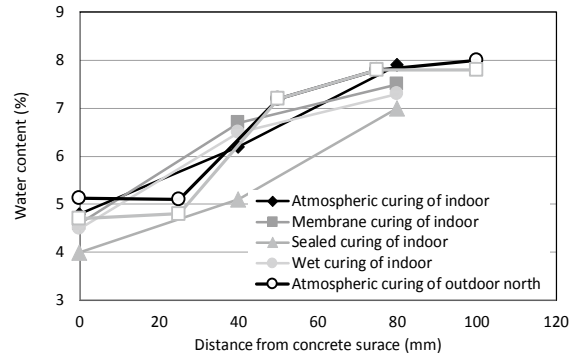


(d)BB :Demolding at age of 7 days

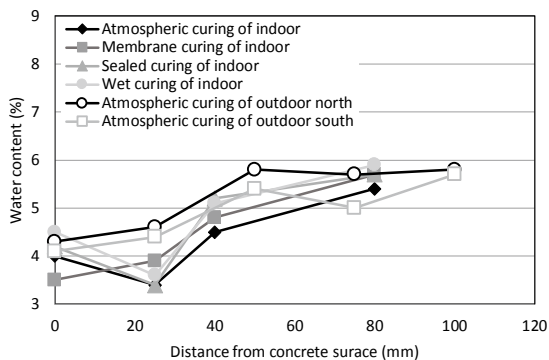
Fig. 13 Relation between water content and distance from concrete surface (Age of a month)



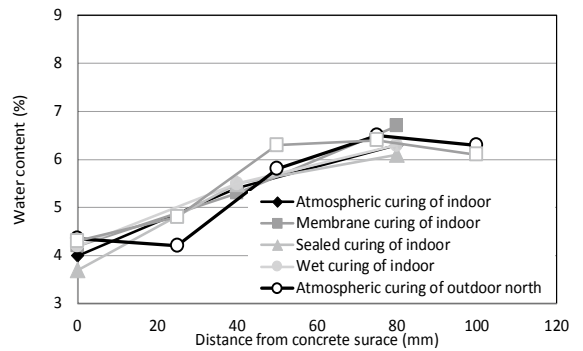
(a)N :Demolding at age of 2 days



(b)N :Demolding at age of 7 days



(c)BB :Demolding at age of 2 days



(d)BB :Demolding at age of 7 days

Fig. 14 Relation between water content and distance from concrete surface (Age of 3~4 month)

3.2 養生方法と透気係数の関係（屋内環境）

屋内環境における材齢 1 ヶ月および材齢 3~4 ヶ月の養生方法と透気係数の関係を、それぞれ Fig.9 および Fig.10 に示す。N を用いた場合は、材齢 1 ヶ月および材齢 3~4 ヶ月ともに、湿布養生が最も効果的であり、外部からの水分の補給により表層部の水和反応が進んだためと考えられる。

一方、BB を用いた場合は、材齢 1 ヶ月および材齢 3~4 ヶ月ともに、膜養生、封かん養生、湿布養生のいずれも気中養生に比べて透気係数はかなり小さくなり、表層部の水分を乾燥させない養生が効果的であった。なお、脱型時期の影響はあまり見受けられなかった。

また、材齢 3~4 ヶ月に表層透気係数を測定した方が、材齢 1 ヶ月に測定した場合よりも、N および BB いずれの養生方法においても少し測定値が大きくなった。これは、屋内環境の場合には、材齢に伴いコンクリートが乾燥するため、コンクリート中において気体が移動しやすくなるためと考えられる。

3.3 使用環境と透気係数の関係 （屋内・屋外環境）

使用環境と透気係数の関係を Fig.11 および Fig.12 に示す。使用環境については、材齢 1 ヶ月および材齢 3~4 ヶ月の N および BB いずれの場合においても屋内環境より屋外環境の方が表層透気係数は小さくなっているため、屋外暴露試験体は降雨によりコンクリート表層部の水和反応が進み緻密になることや、屋内に比べて乾燥が進みにくいことが影響していると考えられる。特に BB において顕著であり、BB の場合は水がかりや乾燥の抑制による水和の進行が透気性に及ぼす影響は極めて大きいと考えられる。なお、今回の実験の範囲では脱型時期および屋外環境による北面と南面の差に明確な傾向は見受けられなかった。

屋外における材齢 1 ヶ月と材齢 3~4 ヶ月の透気係数を比べると、材齢 3 ヶ月に測定した方が材齢 1 ヶ月に測定した場合に比べて必ずしも測定値が大きくなるはず、両材齢で測定値は近い値となった。このことより、材齢 1 ヶ月を超えると屋外環境の方が、屋内環境に比べて、測定値は材齢の影響を受けにくいと考えられる。

3.4 コンクリート深さ方向と含水率の関係

コンクリート深さ方向と含水率の関係を Fig.13 および Fig.14 に示す。材齢 1 ヶ月および材齢 3~4 ヶ月の屋内環境における養生方法の違いを見てみると、N および BB いずれの場合にも気中養生を行った場合に比べて水分を乾燥させない、あるいは水分を供給する養生を行うことで、表面および内部含水率は大きくなる傾向にあった。この傾向は、透気係数とも一致する。しかし、屋内環境と屋外環境を比較すると、降雨の影響を受ける屋外環境の柱部材の方が表面および内部含水率が小さい傾向にあり、透気係数との相関が見受けられなかった。また、屋外環境においては BB で含水率が小さくても透気係数が小さい場合も見受けられた。これらのことより、透気係数はコンクリートの含水率に一定の相関性は認められるものの、表層部の水和の進行による緻密さの影響が大きく反映されると考えられる。

3.5 含水率と透気係数の関係

含水率と透気係数の関係を Fig.15 および Fig.16 に示す。図中の内部含水率は、コンクリート表面から 40~50mm, 75~80mm の値を用いた。表面含水率および内部含水率と透気係数には、ばらつきが大きいものの一定の相関性があり、含水率が大きいほど透気係数は小さくなる傾向にあった。BB で表層透気係数の大きい場合は、表面および内部含水率がともに小さく水分の乾燥が大きく影響していると考えられる。また、屋内環境と屋外環境を分けて考えた場合、前項でも述べたが、屋内環境では相関性が認められるが、屋外環境では相関性があまり見受けられず、屋外環境では降雨などの様々な要因が大きく影響してくるものと考えられる。

3.6 圧縮強度と透気係数の関係

屋内環境における養生方法と圧縮強度の関係を Fig.17 に示す。N および BB とともに、気中養生を行うより、膜養生、封かん養生、さらには湿布養生を行う順で圧縮強度は増加していき、水分を乾燥させないさらには水分を供給する養生を行うことで圧縮強度は大きくなる傾向にあった。

使用環境と圧縮強度の関係を Fig.18 に示す。屋内環境に比べて屋外環境の供試体の方が圧縮強度

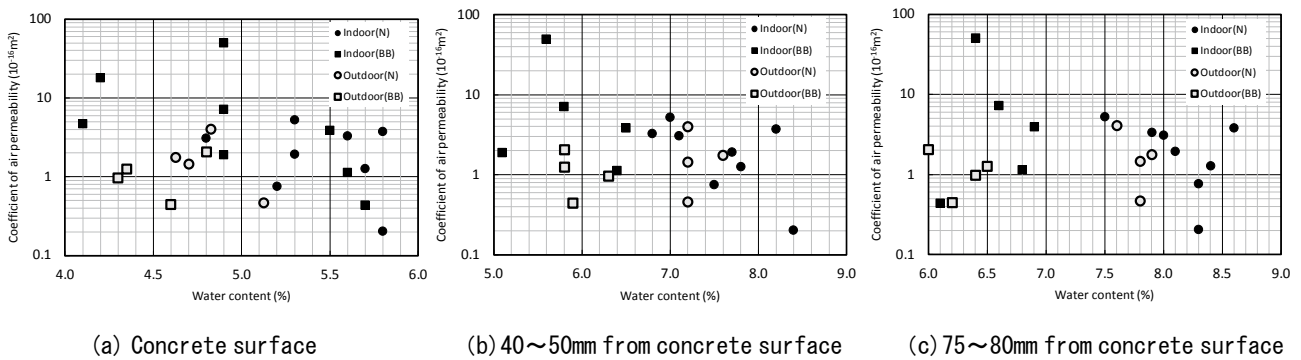


Fig. 15 Relation between water content and coefficient of air permeability (Age of a month)

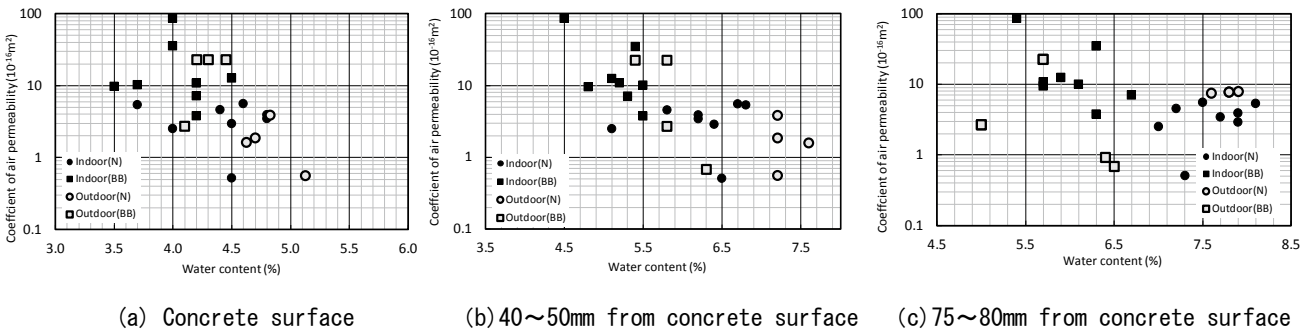
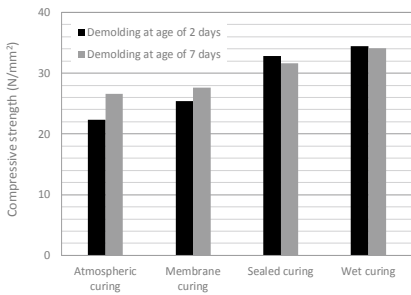
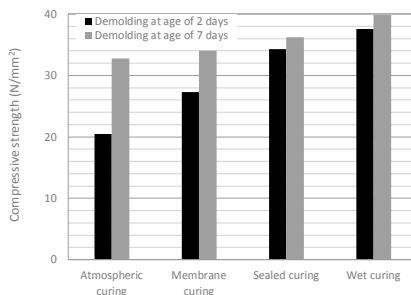


Fig. 16 Relation between water content and coefficient of air permeability (Age of 3~4 months)



(a) N



(b) BB

Fig. 17 Effects of curing methods on compressive strength (Age of 3~4 months)

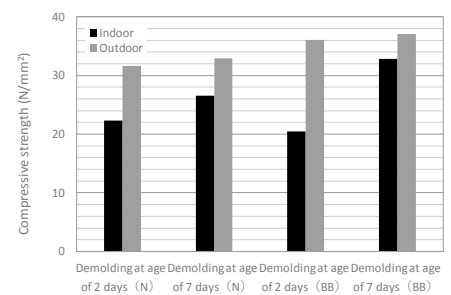


Fig. 18 Effects of environments on compressive strength (Age of 3~4 months)

は大きくなり、降雨により水和反応が進行したと考えられる。

圧縮強度と透気係数の関係を Fig.19 に示す。圧縮強度と透気係数の全てのデータをまとめると明確な相関性はなく、養生の効果や使用環境の影響は透気性と圧縮強度で異なるため、透気性は単純に圧縮強度のみでは推定できず、耐久性の指標は圧縮強度だけでは判断できないと考えられる。

3.7 反発度と透気係数の関係

屋内環境における養生方法と反発度の関係を Fig.20 に示す。また、反発度と透気係数の関係を Fig.21 に示す。セメントの種類や養生方法の違い

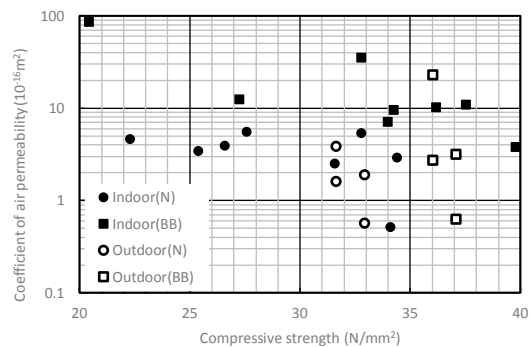


Fig. 19 Relation between compressive strength and coefficient of air permeability

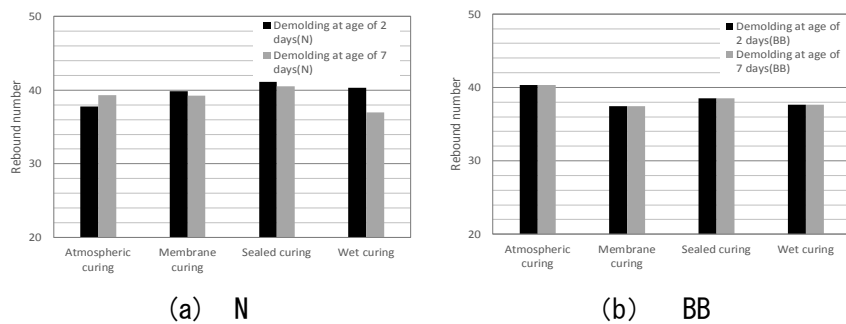


Fig. 20 Effects of curing methods on rebound number
(Age of 3~4 months)

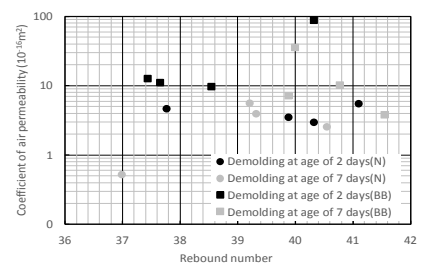


Fig. 21 Relation between rebound number and coefficient of air permeability

が異なる場合のデータをまとめるとばらつきが大きくなり、反発度と透気係数に明確な相関性は見受けられなかった。

4. まとめ

- (1) コンクリートの透気係数を小さくするために、N の場合は外部から水分を補給する養生方法が、BB の場合は乾燥させない養生方法が効果的であった。
- (2) 屋内環境より屋外環境の方が透気係数は小さくなり、N に比べて BB で顕著であった。
- (3) 材齢 1 ヶ月から材齢 4 ヶ月の範囲における透気係数は、屋外環境より屋内環境の方が材齢の影響を受けた。
- (4) 屋内環境において透気係数は表面および内部含水率に一定の相関性は認められるが、屋外環境においては相関性が見受けられなかった。
- (5) セメントの種類や養生方法、使用環境が異なると、透気係数は圧縮強度および反発度と明確な相関性は見受けられなかった。そのため、コンクリートの耐久性は強度だけでは判断できず、物質の移動抵抗性を直接測定するのがよいと考えられる。

謝 辞

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

文 献

- 1) N 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ー, *コンクリート工学* Vol.49, No.3, pp.3-6 (2011)
- 3) 山崎順二, 今本啓一, 湯浅昇, 下澤和幸 : 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*, 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, 秋山仁志, 蔵重勲, 岸利治 : 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, 澤本武博, 樋口正典, 藤原貴史 : 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, 澤本武博, 樋口正典, 臺哲義 : 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)

論文 Article

硝酸銀溶液噴霧による硬化コンクリートの塩化物イオン浸透深さ
試験方法に関する研究

原稿受付 2018 年 9 月 26 日

ものつくり大学紀要 第 8 号 (2018) 9~17

戸邊ころろ^{*1}, 澤本武博^{*2}, 森濱和正^{*2}, 青木優介^{*3}, 川俣孝治^{*4}^{*1}ものつくり大学 技能工芸学部 建設学科 学部生^{*2}ものつくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*3}木更津工業高等専門学校 環境都市工学科^{*4}株式会社中研コンサルタントA Study on Test Method for Penetration Depth of Chloride Ions
into Hardened Concrete by Spraying AgNO₃ SolutionKokoro TOBE^{*1}, Takehiro SAWAMOTO^{*2}, Kazumasa MORIHAMA^{*2},
Yusuke AOKI^{*3}, and Koji KAWAMATA^{*4}^{*1}Undergraduate, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*2}Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*3}Dept. of Civil and Environmental Eng., N.I.T. Kisarazu College^{*4}Chuken Consultant Co., Ltd.

Abstract

The test method for penetration depth of chloride ions into hardened concrete by spraying AgNO₃ solution has been applied since 1970. This test method makes use of discolored boundary between AgCl and Ag₂O by spraying AgNO₃ solution. However, this method has some problems. In this study, some problems of this test method were resolved. The main conclusions are as follows. (1) The movement of discolored boundary ends passage of an hour after spraying AgNO₃ solution. (2) The content of total chloride ions at the discolored boundary is about from 2kg/m³ to 4kg/m³. (3) Spraying NaOH solution before spraying AgNO₃ solution is effective when the specimen is carbonated.

Key Words : Concrete, AgNO₃ solution, Content of chloride ion, Penetration depth, Discolored Boundary Movement, Carbonation

1. はじめに

コンクリートの塩化物イオンの浸透深さを手早く測定するために、Photo. 1 のように試料の断面に硝酸銀溶液を噴霧し、断面に現れる白色域と褐色域の境界（変色境界）までの深さを測定する方法が国内外で利用されている^{1),2),3),4),5),6)}。

硝酸銀溶液を用いた比色法が開発されたのは

1970年のイタリア、Colleparidi氏によるもので、1978年にイタリア規格UNI 7928として制定された。UNI 7928は不確定要素が多いとされ2000年に廃止となったが、北欧規格NT BUILD 492、国内ではJIS A 1171「ポリマーセメントモルタルの試験方法」や土木学会規準JSCE-G 573「実構造物におけるコンクリート中の全塩化物イオン分布の

測定方法（案）」などの一部に記載がある。しかし、試験方法が統一されておらず、また試験手順を明確に示したものはない。

本研究では、明確になっていない硝酸銀溶液噴霧後の経過時間とともに生じる変色境界の移動、変色境界における全塩化物イオン量、中性化の対応として水酸化ナトリウム溶液噴霧および紫外線照射について検討した。

2. 本研究のフロー

供試体の環境条件を Fig. 1 に示す。供試体の環境条件は、干満帯部または海中部から採取したコアを想定とした湿潤状態にあった供試体を A 法、大気中部または飛沫帯から採取したコアなどを想定とした乾燥している供試体を B 法とした。B 法の場合は、中性化が進行している可能性があるため、中性化試験も併せて行うことにする。塩化物イオン浸透深さの試験フローを Fig. 2 に示す。

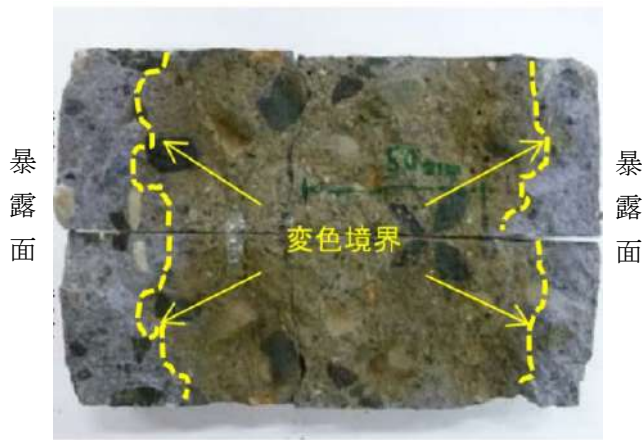


Photo. 1 Spray AgNO₃ Solution to concrete core

3. 実験概要

3.1 試験水準

コンクリートの配合を Table 1 に示す。実験では、セメントの種類、呼び強度、粗骨材最大寸法を変化させた配合のコンクリートを使用した。供試体の寸法はφ100×200mmとし、NaCl濃度10%の塩水に1ヶ月間浸漬した。そして、所定の期間供試体を乾燥させた後、供試体を割裂し、割裂面に0.1mol/Lの硝酸銀溶液をやや浮くくらい噴霧した。硝酸銀溶液噴霧の様子を Photo. 2 に示す。その後、所定の時間経過した後に塩化銀沈殿による白色領域と酸化銀沈殿による褐色領域の境界（変色境界）を判別し、コンクリート表面から変色境界までの距離（塩化物イオン浸透深さ）を測定した。変色境界（塩化物イオン浸透深さ）の測定は、割裂した円柱供試体の片面を15mm間隔で10ヶ所ずつ、両面で合計20ヶ所をノギスで測定し、平

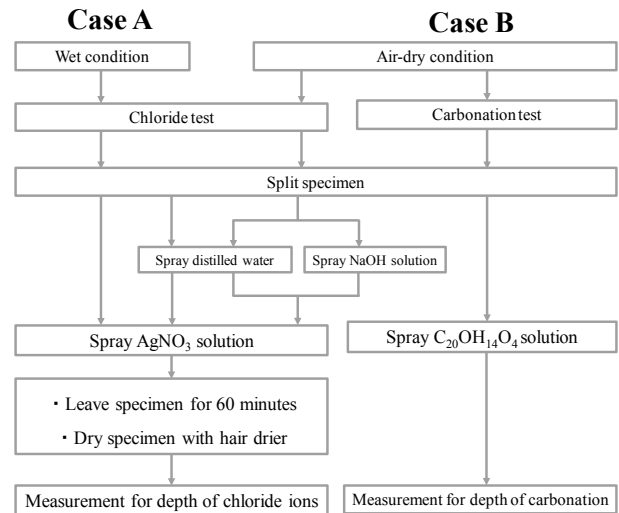


Fig. 2 Test flow of this study

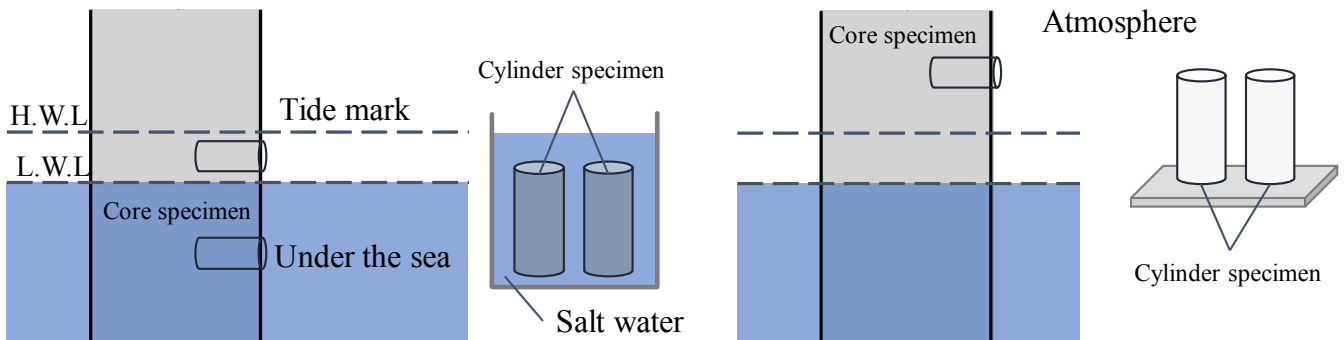


Fig. 1 Conditions of concrete specimens

Table 1 Mix proportions and test results

Cement	Nominal strength	G max (mm)	W/C (%)	Slump (cm)	Unit content (kg/m ³)				
					W	C	S	G	Ad
N	18	20	70.0	12.0	171	245	895	958	2.94
	27		51.5	12.0	166	323	791	1003	3.88
	36		44.0	18.0	170	387	793	935	3.48
	60		31.0	60.0*	170	549	773	851	7.69
BB	27	40	53.5	18.0	182	341	822	924	4.09
			51.5	12.0	160	311	754	1067	3.73

* : Slump flow

Photo. 2 Spray AgNO₃ Solution

Photo. 3 Spray distilled water

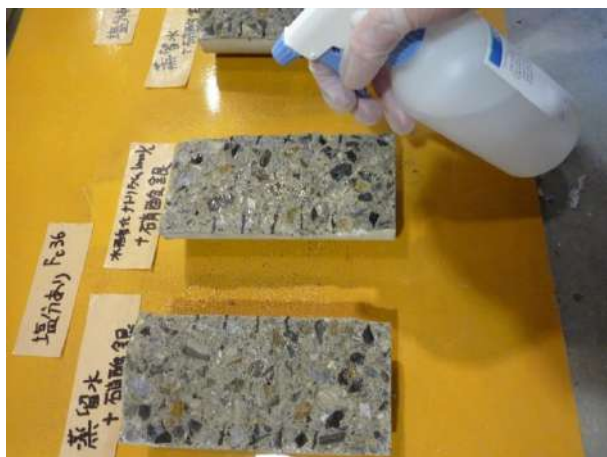


Photo. 4 Spray NaOH solution

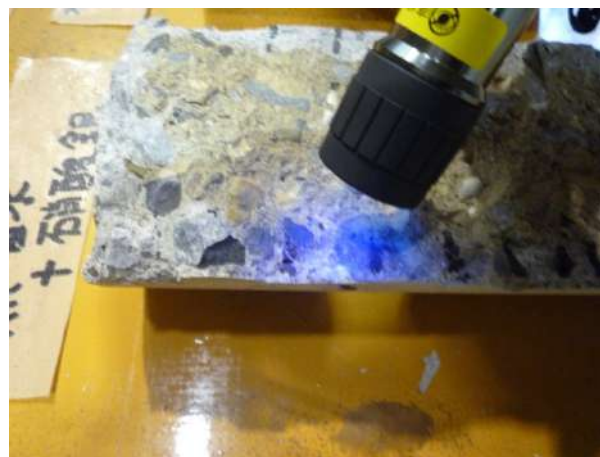


Photo. 5 Radiate ultraviolet rays

均値を塩化物イオン浸透深さとした。

試験水準を Table 2 に示す。試験項目は「変色境界の移動に関する実験」, 「変色境界における全塩化物イオン量に関する実験」, 「試料の中性化に関する実験」とし, 供試体の乾燥期間は, 供試体を塩水から取り出して割裂するまでの期間を表している。今回の実験では, 塩水浸漬した供試

体を取り出し, 1 週間乾燥させた A 法, 4 カ月以上乾燥させた場合あるいは中性化が進行している場合が B 法に相当する。

3.2 変色境界の移動に関する実験

実験では, 硝酸銀溶液を噴霧した後, 直後, 常温で 15 分, 30 分, 1 時間, 2 時間, 4 時間経過した後に塩化物イオン浸透深さを測定した。また,

供試体がかなり乾燥している乾燥期間4ヶ月の場合には、Photo. 3 に示したように精製水を割裂面にやや浮くくらい事前に噴霧しておき、水が浸み込んだ後に硝酸銀溶液を噴霧する方法も行った。なお、供試体が乾燥している状態は、飛沫帯までの大気中からコアを採取した場合の状態に相当する。また、変色境界が安定する時間を早めることを目的として、ドライヤーを使用する場合には、硝酸銀溶液を噴霧後約1分間加熱した後に所定の経過時間で塩化物イオン浸透深さを測定した。

3.3 変色境界における全塩化物イオン量に関する実験

供試体の乾燥期間は4ヶ月とし、3.2と同様の手順で塩化物イオン浸透深さを測定した。全塩化物イオン量の測定には、(一社)日本非破壊検査協会規格NDIS 3433に示されている炭酸塩を用いる方法により求めた^{7),8),9)}。

3.4 試料の中性化に関する実験

試料が中性化していると、水酸化物イオンが失われるため、Photo. 4 に示した1mol/Lあるいは2mol/Lの水酸化ナトリウム溶液を割裂面にやや浮くくらい事前に噴霧しておき、溶液が浸み込んだ後に硝酸銀溶液を噴霧する方法を行った。なお、水酸化ナトリウム溶液の濃度の選定は、6%水酸化ナトリウム溶液を用いた海外の既往の研究を参考にしたことによる¹⁰⁾。また、塩化銀沈殿を確認することを目的として、紫外線照射による方法を、日光およびPhoto. 5 に示したブラックライト照射について実験を行った。

4. 実験結果および考察

4.1 変色境界の移動に関する検討

経過時間と塩化物イオン浸透深さの関係を Fig. 3 および Fig. 4 に示す。また、経過時間と供試体の変色境界の移動の一例を Photo. 6 に示す。いずれの配合においても噴霧直後から変色境界の移動が始まり、経過時間60分程度で移動はほぼ収まるようである。Fig. 3 右および Fig. 4 右のように、噴霧直後に塩化物イオン浸透深さを測定すると、経過時間60分に比べて10mm程度浅く測定される場合もあり、危険側に判定される。この傾向は、

Table 2 Test item

Classification of test		Drying time of specimens			
		a week	Four months	a year	
Test of movement of discolored boundary	Natural dry	N-Fc36 N-Fc60 BB-Fc27 BB-Fc27(40mm)	N-Fc36 N-Fc60 BB-Fc27 BB-Fc27(40mm)	—	
	Distilled water in advance	—	N-Fc36 N-Fc60 BB-Fc27 BB-Fc27(40mm)	—	
	Dry specimen with hair drier	—	—	BB-Fc36	
Test of content of total chloride ions at discolored boundary		—	N-Fc36 N-Fc60 BB-Fc27 BB-Fc27(40mm)	—	
Test of carbonated specimen	Spraying NaOH solution in advance		—	—	N-Fc18 BB-Fc36
	Radiation ultraviolet rays	Sunshine	—	—	N-Fc18 BB-Fc36
		Black light	—	—	BB-Fc36

Fig. 3 (供試体を塩水浸漬後1週間乾燥)に比べて Fig. 4 (供試体を塩水浸漬後4週間乾燥)の方が大きく、供試体がより乾燥している場合に傾向が大きい。これは、供試体が乾燥しているほど、塩化物イオンが溶け出すのに時間がかかるためと考えられる。また、N-Fc60の供試体においては、噴霧直後～30分後までは変色境界が明瞭でなく(Fig. 4 にプロットがない部分)、塩化物イオン浸透深さを測定することが困難であった。なお、Fig. 3 に比べて Fig. 4 の塩化物イオン浸透深さが全体的に小さいのは、供試体を静置している期間に塩化物イオンが濃度の濃い部分から薄い部分に移動していることが考えられる。

精製水を事前噴霧した場合の経過時間と塩化物イオン浸透深さの関係を Fig. 5 に示す。Fig. 5 左より、精製水を事前噴霧すると、N-Fc60の場合に噴霧から15分で変色境界が明瞭になり、また Photo. 7 に示したように、精製水を事前噴霧しておく方が変色境界が鮮明に現れる場合もあった。Fig. 4 左(精製水の事前噴霧なし)と Fig. 5 左(精製水の事前噴霧あり)を比べると、それぞれの配合における塩化物イオン浸透深さの差異は小さいため、試料が乾燥している場合、精製水の事前噴霧は有効な手段になると考えられる。

ドライヤーを使用した場合の経過時間と塩化物イオン浸透深さの関係を Fig. 6 に示す。硝酸銀溶液を噴霧後にドライヤーで測定面を乾燥させると、Photo. 8 に示したように変色境界が直ちに見やすくなり、経過時間に伴う変色境界の移動は、常温で乾燥させる場合に比べて極端に少なく、噴霧か

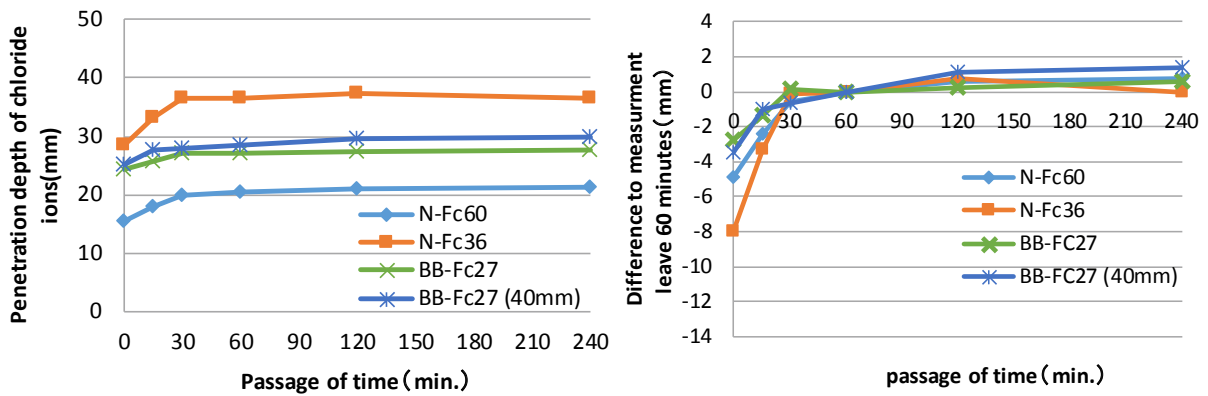


Fig. 3 Specimens dried for a week after taking out from salt

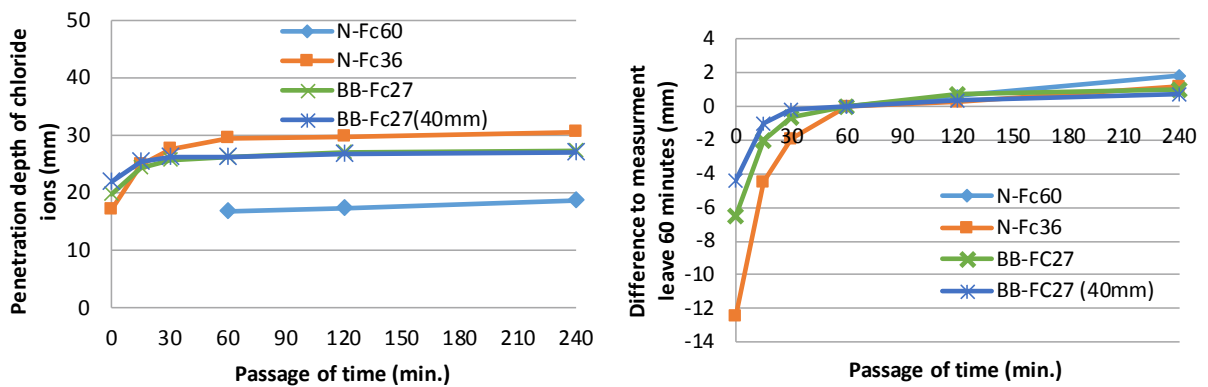


Fig. 4 Specimens dried for 4 months after taking out from salt water

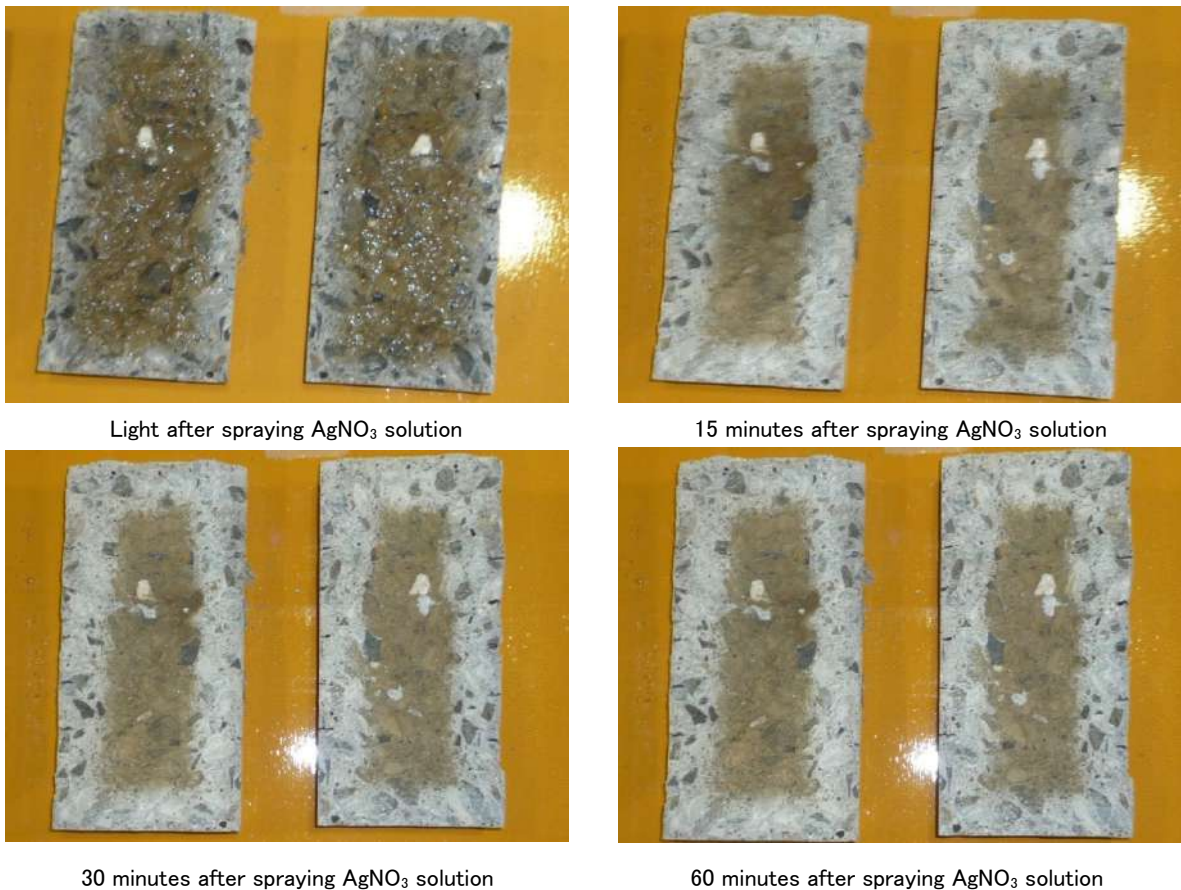


Photo. 6 Passage of time after spraying $AgNO_3$ solution and movement of discolored boundary (Fig. 3 BB-Fc27)

ら 15 分程度で変色境界の移動はほぼ収まった. これは, ドライヤーで測定面を加熱すると, 塩化物イオンが溶け出しやすいためと考えられる.

4.2 変色境界における全塩化物イオン量の検討

コンクリート表面からの距離と全塩化物イオン量の関係を Fig. 7 に示す. そして, Fig. 7 からそれぞれの配合および経過時間の変色境界における全

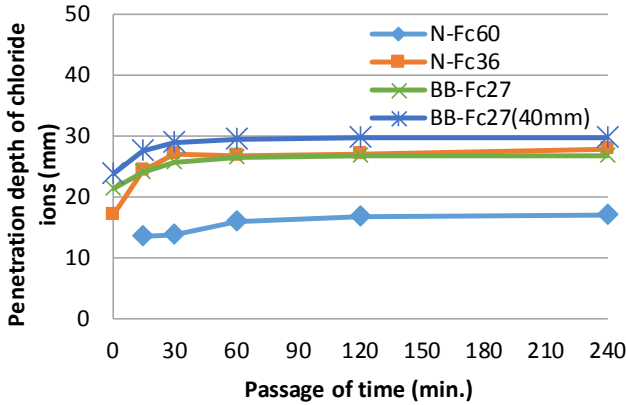


Fig. 5 Specimens dried for 4 months after taking out from salt water (Spray distilled water in advance)

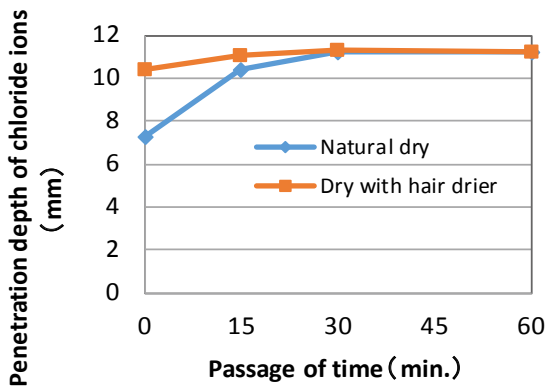
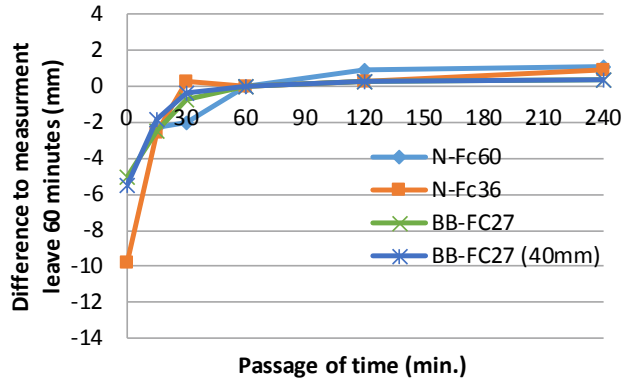


Fig. 6 Effect of drying specimen with hair drier



Spray AgNO₃ solution

Spray distilled water in advance

Photo. 7 Effect of spraying distilled water in advance (N Fc60)

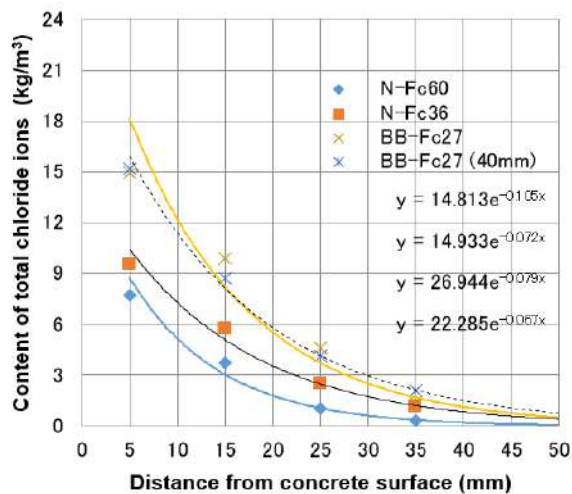


Fig. 7 Relation between content of total chloride ions and distance from concrete surface



Photo. 8 Dry specimen with hair drier for a minute (BB Fc36)

塩化物イオン量を表すと、Table 3 のようになる。経過時間 60 分の変色境界における全塩化物イオン量は、普通ポルトランドセメント用いた供試体で概ね 2kg/m^3 前後、高炉セメント B 種を用いた供試体で概ね 3kg/m^3 超となった。いずれの場合も、

鋼材が腐食する可能性に達している塩化物イオン量であり、硝酸銀溶液を噴霧して塩化物イオン浸透深さを測定することで、鋼材の腐食の可能性の有無を簡易に確かめることができると考えられる。しかし、変色境界の測定のタイミングによって、

Table 3 Content of total chloride ions at discolored boundary

Content of total chloride ions at discolored boundary (kg/m^3)						
Time (minutes)	0	15	30	60	120	240
N-Fc60	—	—	—	2.68	2.46	2.29
N-Fc36	4.36	2.54	2.08	1.96	1.92	1.81
BB-Fc27	5.29	3.98	3.54	3.35	3.22	3.17
BB-Fc27 (40mm)	4.80	3.78	3.51	3.44	3.35	3.32
Difference to measurement leave 60 minutes (kg/m^3)						
N-Fc60	—	—	—	0.00	-0.22	-0.39
N-Fc36	2.40	0.58	0.12	0.00	-0.04	-0.15
BB-Fc27	1.95	0.64	0.19	0.00	-0.13	-0.18
BB-Fc27 (40mm)	1.37	0.34	0.07	0.00	-0.09	-0.11



Spray $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$ solution Spray AgNO_3 solution

Photo. 9 Spray AgNO_3 solution and $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$ solution to carbonated specimen (N-Fc18)



Spray AgNO_3 solution Spray NaOH solution

Photo. 10 Spray NaOH solution to carbonated specimen (N-Fc18)



Spray distilled water in advance Spray 1mol/L NaOH solution in advance



Spray distilled water in advance Spray 2mol/L NaOH solution in advance

Photo. 11 Effect of spraying NaOH solution in advance (BB-Fc36)

変色境界における塩化物イオン量は大きく異なり、例えば、硝酸銀溶液を噴霧して直ちに變色境界を測定すると、60分経過してから測定した場合に比べて、塩化物イオン量が $2\text{kg}/\text{m}^3$ 程度大きい箇所で塩化物イオン浸透深さを測定する結果となる。そのため、変色境界における塩化物イオン量あるいは鋼材腐食の可能性の有無を判断するためには、変色境界の測定のタイミングを定めておく必要があると考えられ、変色境界の移動がほぼ収まる噴霧後60分程度が実用的と考えられる。

4.3 試料の中性化の対応に関する検討

塩分が浸透していない供試体にフェノールフタレイン溶液と硝酸銀溶液を噴霧した状況を Photo. 9 に示す。塩分が浸透していないにも関わらず硝酸銀溶液を噴霧した右側の割裂面にも変色境界が生じ、その変色境界は左側の中性化深さと同じ位置に現れた。これは、コンクリートが中性化すると水酸化物イオンが失われるため、褐色を呈する酸化銀が生成しないことによると考えられる。そのため、硝酸銀溶液による変色境界が中性化深さと同程度の場合は、中性化によるものと疑う必要がある。しかし、Photo. 10 に示したように水酸化ナトリウム溶液を事前に噴霧し、水酸化物イオンを供給しておくこと、塩化物イオンが浸透して中性化している部分でも褐色を呈するため、中性化の影響をキャンセルできると考えられる。

精製水を事前噴霧した場合と水酸化ナトリウムを事前噴霧した場合の塩化物イオン浸透深さを Fig. 8 および Photo. 11 に示す。1mol/L および 2mol/L の水酸化ナトリウム溶液を事前噴霧しても精製水を事前噴霧した場合と同程度の塩化物イオン浸透深さとなり、試料が中性化していると疑われる場合には、水酸化ナトリウム溶液の事前噴霧は有効な手段と考えられる。

日光による紫外線照射の影響を Photo. 12 および Photo. 13 に示す。Photo. 12 のように硝酸銀溶液を噴霧した測定面を日光に当てると、10分程度で塩化銀沈殿による白色がダークグレイ（黒っぽい）に変色した。これは、紫外線により塩化銀が光分解を起こし銀単体となり黒っぽ

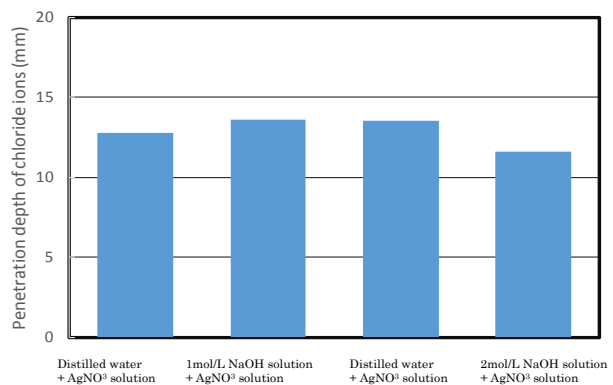


Fig. 8 Effect of spraying NaOH solution in advance (BB Fc36)



Discolored boundary
by chloride ions

Discolored boundary
by carbonation

Photo. 12 Before radiation ultraviolet rays by sunshine



Discolored boundary
by chloride ions

Discolored boundary
by carbonation

Photo. 13 After radiation ultraviolet rays by sunshine



Photo. 14 Radiate ultraviolet rays by black light

くなるためと考えられ、塩化銀か中性化による変色境界かを判別できると考えられる。また、Photo. 14 の丸で囲った部分のように塩化銀による白色沈殿にブラックライトを 10 分程度照射すると、同様の傾向が見受けられた。

5. まとめ

- (1) 変色境界は、硝酸銀溶液の噴霧後の経過時間に伴い移動し、60 分程度でその移動はほぼ収まった。
- (2) 変色境界における塩化物イオン量は、硝酸銀溶液を噴霧してから測定するまでの経過時間によって大きく異なるため、測定する時間を硝酸銀溶液を噴霧して 60 分後に定める必要がある。
- (3) 変色境界における全塩化物イオン量は、概ね $2\sim 4\text{kg/m}^3$ であった。
- (4) 試料が乾燥している場合には、精製水を測定面に事前に噴霧しておき、その後硝酸銀溶液を噴霧することで、変色境界が判別しやすくなる。
- (5) 中性化したコンクリートには、水酸化ナトリウム溶液を測定面に事前に噴霧しておき、その後硝酸銀溶液を噴霧することで、塩化銀沈殿による変色境界を判別できる。また、紫外線を照射することで塩化銀の生成の有無を判別できる。

謝 辞

本報告を行うにあたり、(一社)日本非破壊検査協会「NDIS 3437 硝酸銀溶液を用いたコンクリートの塩化物イオン浸透深さの試験方法 WG」の皆様、ならびにものづくり大学建設学科澤本研究室の皆様にご多大なご協力を賜りました。ここに記して深謝致します。

文 献

- 1) Nobuaki Otsuki, Shigeyoshi Nagataki, Kenji Nakashita: Evaluation of AgNO_3 Solution Spray Method for Measurement of Chloride Penetration into Hardened Cementitious Matrix Materials, ACI Material Journal / November-December, Title no.89-M64, pp.587-592, 1992
- 2) 大即信明: 硝酸銀噴霧法によるセメント硬化体の塩化物イオンの意味, 東京工業大学土木工学科研究報告, No.42, pp.11-18, 1990.12
- 3) Fuqiang He, Caijun Shi, Qiang Yuan, Changping Chen, Keren Zheng : AgNO_3 -based colorimetric methods for measurement of chloride penetration in concrete Construction and Building Materials, Volume 26, Issue 1, January, pp.1-8, 2012.1
- 4) M. Collepardi : Quick method to determine free and bound chlorides in concrete, RILEM International Workshop on Chloride penetration into concrete, Saint Remy-les-Chevreuse, pp. 10-16, 15-18 October, 1995
- 5) 青木優介, 澤本武博, 嶋野 慶次: 硝酸銀溶液噴霧法による塩化物イオン浸透深さ測定におけるいくつかの経験的知見, コンクリート工学年次論文集, 第 35 巻, No.1, pp.1843-1848, 2013.7
- 6) 青木優介, 佐藤一也, 嶋野 慶次: 硝酸銀溶液噴霧法の諸条件の変化による影響と鋼材腐食原因推定方法としての実用性に関する考察, コンクリート工学年次論文集, 第 34 巻, No.1, pp.832-837, 2012.7
- 7) 日本非破壊検査協会規格: NDIS 3433 硬化コンクリート中の塩化物イオン量の簡易試験方法, 2018
- 8) 後藤年芳, 近藤英彦, 野島昭二: 硬化コンクリート中全塩化物イオン濃度迅速測定法の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, pp.785-790, 2010
- 9) 原田七瀬ほか: 硬化コンクリートの塩化物イオン量の簡易試験方法に関する適用性の検証, 日本非破壊検査協会平成 28 年度秋季講演大会講演概要集, pp.129-132, 2016
- 10) M. Collepardi : Quick method to determine free and bound chlorides in concrete, RILEM International Workshop on Chloride penetration into concrete, Saint Remy-les-Chevreuse, pp. 10-16, 15-18 October, 1995

論文 Article

コンクリートの仕上げおよび養生方法の違いが表層品質に及ぼす影響

原稿受付 2018年9月26日

ものづくり大学紀要 第8号 (2018) 18~23

坂本大河^{*1}, 澤本武博^{*2}, 樋口正典^{*3}, 臺哲義^{*3}, 梶貢一^{*3}^{*1} ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科 学部生^{*2} ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*3} 三井住友建設株式会社

Effects of Finishing and Curing Methods on Surface Properties of Concrete

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

Abstract

In this study, the effects of the difference in finishing methods and curing methods of concrete on the surfaces properties were examined by scratch test, rebound hammer test, surfaces tensile test, air permeability test, water absorption test, and scaling test. As a result, wet curing was effective to improve the surface properties of concrete. When finishing agent was used, concrete surface became denser, and coefficient of air permeability tended to be small. When wet curing was begun from 6 hours after finishing of concrete surface, total amount of scaling was small.

Key Words : Concrete, Finishing, Curing, Air permeability, Water absorption, Scaling, Rebound number

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⁾。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、仕上げ後に行う給水養生のタイミングを検討した例は少なく、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、プレストレストコンクリート床版を想定し、早強ポルトランドセメントを用いて、コンクリートの仕上げ方法および養生方法の違いが、表面硬さおよび耐久性に及ぼす影響を実験的に検討した。

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

セメントには早強ポルトランドセメント用い、

Table 1 Mix proportion of concrete

Date	Cement	Fc	Maximum size of coarse aggregate (mm)	W/C (%)	s/a (%)	Unit content(kg/m ³)						
						W	C	S①	S②	S③	G	Ad
2017.9.5	H	40	20	40.4	41.2	180	446	274	206	206	1001	4.46

Table 2 Test results of fresh concrete and compressive strength

Slump (cm)	Air content (%)	Temperature (°C)	Bleeding (%)	Proctor penetration test (h:m)		Standard curing (N/mm ²)		Sealed curing (N/mm ²)
				First	End	7days	28days	28days
19.0	5.6	31.1	0.07	4:00	4:40	45.3	50.9	47.7

細骨材には①埼玉県秩父郡皆野町産砕砂（表乾密度 2.66g/cm³）、②千葉県印旛郡栄町産砂（表乾密度 2.60g/cm³）、③埼玉県児玉郡神川町産砂（表乾密度 2.63g/cm³）の 3 種類を、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）を用いた。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。実験では、呼び強度 40、粗骨材の最大寸法 20 mm、水セメント比が 40.4%のレディーミクストコンクリートを使用した。

フレッシュ試験および圧縮強度試験結果を表 2 に示す。今回の実験は暑中環境下で行い、スランプが 19.0cm、空気量が 5.6%、温度が 31.1°C、ブリーディング率が 0.07%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 分であった。

圧縮強度試験は標準水中養生の材齢 7 日で 45.3N/mm²、材齢 28 日で 50.9N/mm²、封かん養生の材齢 28 日で 47.7N/mm²であった。

(2) 供試体の寸法

今回の実験では、コンクリート床版の厚さを 300mm とし、床版を部分的に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、内部振動機で締め固めを行った。打込みの様子を図 1 に示す。

(3) 供試体の養生方法

養生方法の一覧を、表 3 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ている。仕上げ補助・養生剤には

Table 3 Curing methods

Sign	Curing	Finishing agent	Free
NN	Atmospheric	○	○
AN	Sealed	○	○
AA	Sealed and Wet	0h	○
		3h	○
		6h	○
		24h	○



Fig.1 Compaction



Fig.2 Finishing agent



Fig.3 Wet curing



Fig.4 Scratch test



Fig.5 Rebound hammer test



Fig.6 Surface tensile test



Fig.7 Air permeability test



Fig.8 Water absorption test



Fig.9 Scaling test

水性パラフィンワックスを主成分とするものを用い、打込み直後の荒仕上げおよび打込み2時間後の金鋸仕上げの時にそれぞれ $150\text{ml}/\text{m}^2$ 噴霧した。仕上げ補助・養生剤噴霧の様子を図2に示す。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(0時間後)、仕上げから3時間後、6時間後、24時間後に設置し、コンクリート標準示方書に示されている早強ポルトランドセメントを用いた場合の最短湿潤養生期間である材齢3日まで養生を行った。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た。供試体の型枠は脱型せずに、そのまま存置した。湿潤マットを用いた給水養生の様子を図3に示す。

2.2 表面硬さ試験

(1) 引っかき傷試験

引っかき傷試験は、引っかき傷試験器を使用し荷重1kgで引っかいた。引っかき傷試験の様子を図4に示す。引っかき試験器は、日本建築仕上学会材料性能評価委員会・塗り床材料性能WGによって開発された、日本塗り床工業会の認定品として市販されているものを用いた^{2),3)}。

試験は供試体表面を3回引っかき、1本の引っかき傷から、25mm間隔で3点引っかき傷幅を計測し、合計9点の平均値を引っかき傷幅とした。なお、引っかき傷試験は、材齢4日および材齢1ヶ月で実施した。

(2) 反発度試験

反発度試験は、NR型リバウンドハンマーを用いてJIS A 1155に準じて行った⁴⁾。測定箇所は25mm間隔で供試体中央付近9ヶ所とし、平均値

を反発度とした。反発度試験の様子を図5示す。今回の実験では、円柱供試体の打込み面を下向きに打撃するため、実験室のコンクリート床版で反力を取った。また、相対比較のため測定結果に角度補正は行わないこととした。なお、反発度試験は、材齢4日および材齢1ヶ月で実施した。

(3) 表層引張試験

表層引張試験は、簡易型引張試験器を用いて行った。表層引張試験の様子を図6に示す。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、3体の平均値を引張強度とした。なお、表層引張試験は、材齢1ヶ月で実施した。

2.3 耐久性試験

(1) 表層透気試験

表層透気試験は、トレント法によるスイス規格262/1で示されているダブルチャンバーセルを用いた⁵⁾。表層透気試験の様子を図7に示す。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た。なお、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材齢14日(各養生1本試験)および材齢1ヶ月(各養生3本試験)で実施した。含水率は概ね4%程度であった。

(2) 表面吸水試験

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、3体の平均値を表面吸水速度とした。表面吸水試験の様子を図8に示す。なお、表面吸水試験は、材齢1ヶ月で実施した。

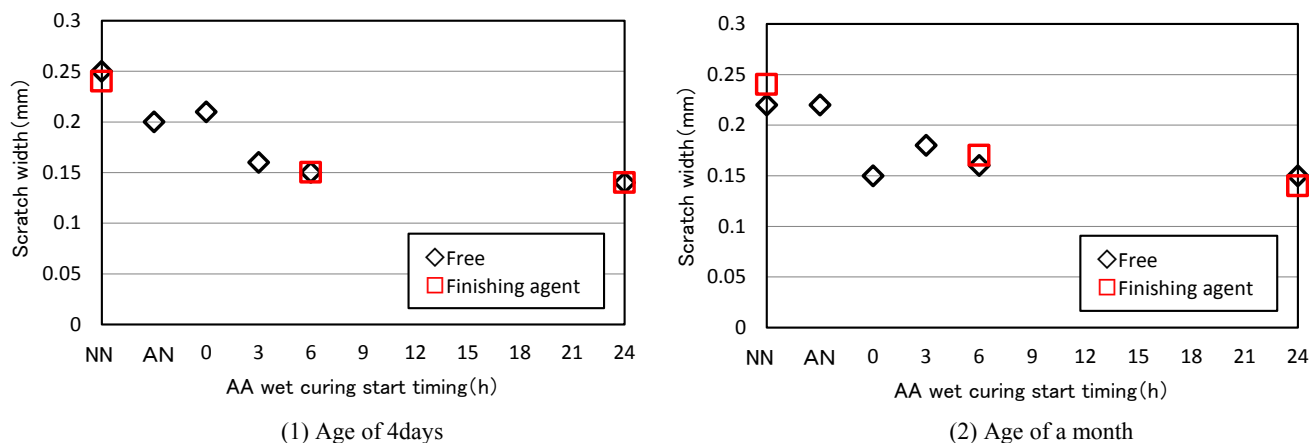


Fig.10 Effects of curing methods on scratch width

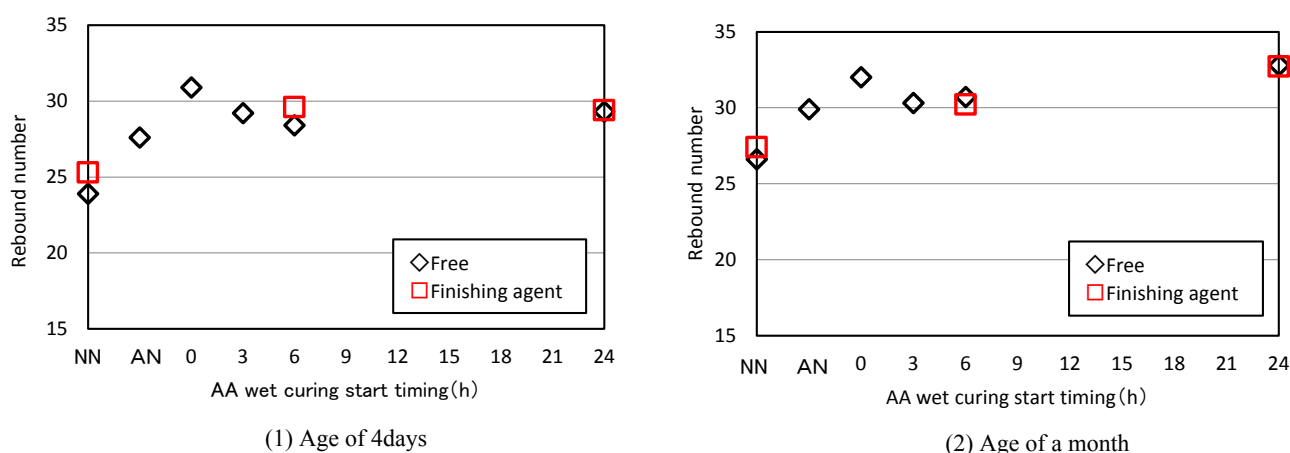


Fig.11 Effects of curing methods on rebound number

(3) スケーリング試験

スケーリング試験は、ASTM C 672 に準じて、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 $-18\pm 3^{\circ}\text{C}$ で約 16~18 時間凍結させた後、温度 20°C 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、剥離した破片の質量の測定と試験面の観察を行った。スケーリング試験の様子を図 9 に示す。なお、スケーリング試験は材齢 1 ヶ月から開始した。

3. 実験結果および考察

3.1 表面硬さ試験

(1) 引っかかり傷試験

引っかかり傷試験結果を図 10 に示す。材齢 4 日お

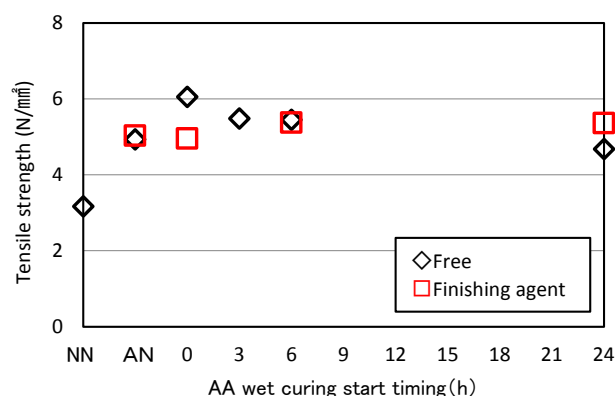


Fig.12 Effects of curing methods on tensile strength

よび 1 ヶ月のいずれの場合も、シート無・湿潤マット無の引っかかり傷幅は大きく、湿潤マットで養生することでその幅は小さくなった。これは、表面の乾燥を防止し、さらに水分補給を行うことで表面の水和反応が進み強固になったためと考えられる。なお、湿潤マット開始時間および仕上げ補助・養生剤の有無による差は見受けられなかった。

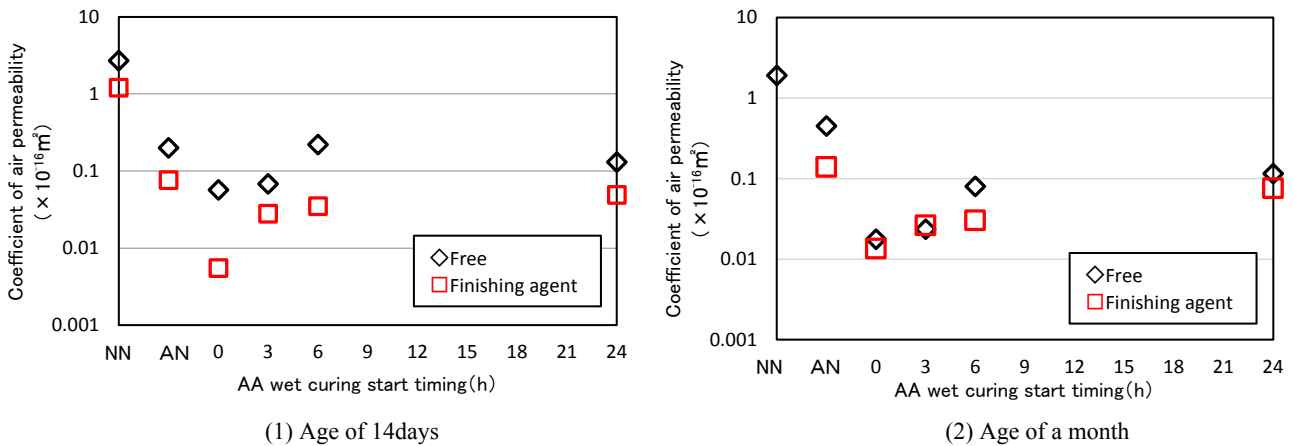


Fig.13 Effects of curing methods on coefficient of air permeability

(2) 反発度試験

反発度試験結果を図 11 に示す. 反発度は引っかけ傷試験と同様に, シート無・湿潤マット無の反発度は小さく, 湿潤マットで養生することで反発度は大きくなった. また, 湿潤マット開始時間および仕上げ補助・養生剤の有無による差は見受けられなかった.

(3) 表層引張試験

表層引張試験結果を図 12 に示す. 表層引張試験は引っかけ傷試験, 反発度試験と同様に, シート無・湿潤マット無の引張強度は小さく, 湿潤マットで養生することで表層部の引張強度は大きくなった. また, 湿潤マット開始時間および仕上げ補助・養生剤の有無による差は見受けられなかった.

3.2 耐久性試験

(1) 表層透気試験

表層透気試験結果を図 13 に示す. 表面硬さ試験と同様に, 湿潤マットを用いることでコンクリー

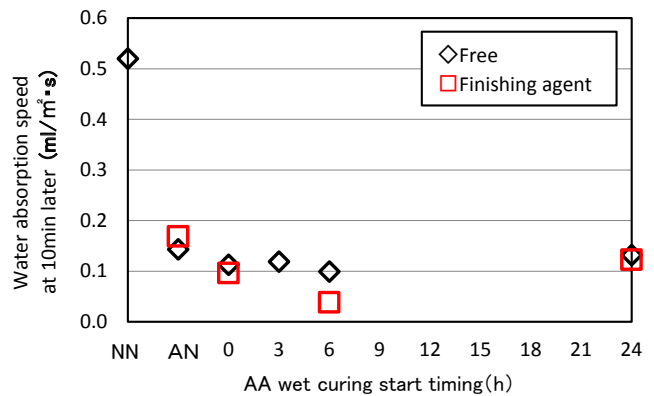


Fig.14 Effects of curing methods on water absorption speed

ト表層部は緻密になり表層透気係数は小さくなった. また, 表層透気係数には仕上げ補助・養生剤の有無による差が見受けられ, 仕上げ補助・養生剤を使用した方が表層透気係数は小さくなり, より緻密であることが判断できる. これは, 仕上げ補助・養生剤を用いると施工性が優れるだけでなく, 膜養生の効果も期待できるためと考えられる.

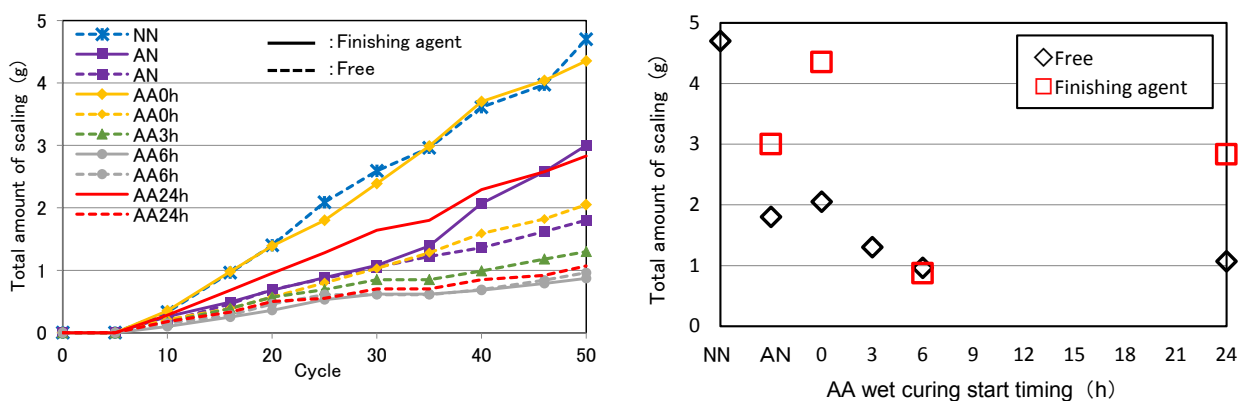


Fig.15 Effects of curing methods on total amount of scaling

また、湿潤マット開始時期については、仕上げ後なるべく早く行うほど表層透気係数が若干小さくなる傾向にあった。

(2) 表面吸水試験

表面吸水試験の結果を図 14 に示す。表層透気係数同様、湿潤マットを用いることで表面吸水速度は小さくなる傾向にあるが、仕上げ補助・養生剤の使用による明確な効果は見受けられなかった。

また、湿潤マットの開始時間の影響は見受けられなかった。

(3) スケーリング試験

スケーリング量の累計とサイクル数の関係を図 15 左に示す。また、スケーリング量の累計を養生別にまとめると図 15 右のようになる。スケーリング量は、湿潤マットで養生を行わなかった供試体で多くなる傾向にあるが、湿潤マットで養生を行った供試体と比較すると仕上げ直後に湿潤マットの養生を開始したものが最も多く、湿潤マットで養生を早期に開始すると、スケーリング抵抗性は低下する傾向にあった。また、仕上げ後 6 時間後に湿潤マットの養生を開始したものの以外は、仕上げ補助・養生剤を使用したものでスケーリング量が増加している。これらのことより、スケーリング抵抗性に対しては、適切な給水養生開始時期が存在すると考えられる。

4. まとめ

早強ポルトランドセメントを用いたコンクリートの仕上げおよび養生方法の違いが表層品質に及ぼす影響について、以下の(1)～(4)が明らかになった。

(1) シートおよび湿潤マットにより養生を施こすと、コンクリートの表面硬さおよび耐久性は大きく向上した。

(2) 仕上げ補助・養生剤を用いるとコンクリートはより緻密になり、表層透気係数は小さくなる傾向にあった。

(3) 湿潤マットの開始時間が引っかけ傷幅、反発度、引張強度、表層透気係数および表面吸水速度に及ぼす影響は小さかった。

(4) スケーリング量は仕上げ後 6 時間程度してから湿潤マットで養生を行った場合に最も少なくなり、適切な給水養生開始時間が存在すると考えられる。

今後は、模擬床版部材を作製し、仕上げおよび養生方法の違いが表層品質および圧縮強度に及ぼす影響を検討する予定である。

謝 辞

本研究を行うにあたり、澤本研究室の大学院生および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, 大野寛太, 佐々木亘, 細野宏巴: 床版の施工方法がコンクリートの表面品質に及ぼす影響, 第 24 回シンポジウムプレストレストコンクリート工学会論文集, pp.423-426, 2015
- 2) 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
- 3) 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
- 4) 日本工業規格: JIS A 1155 「コンクリートの反発度の測定方法」, 2012
- 5) スイス規格: SIA262/1, 2003
- 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

*Article***An analysis of conversation repairs by non-native speakers of Japanese: from the perspective of grammar in interactions and 2nd language acquisition**

Manuscript received 30 Sep. 2018

The Bulletin of Institute of Technologists, vol. 8, (2018) 24~31

Kaori DOI

Dept. of Mechanical and Production Engineering, Institute of Technologists

Abstract This study investigates conversation repair in interactions by non-native speakers of Japanese (L2J) whose native language is English (L1E). This study focuses on syntactic elements of repair that speakers use in conversational interactions and considers the correlation syntactic aspect and second language acquisition.

Key Words : conversation repair, second language acquisition, grammar in interaction

1. Introduction

This study analyses conversational repairs in L2 Japanese speaker interactions from the perspective of correlation of syntactic elements of repair and second language acquisition (L2 acquisition). Previous studies about repair began based on data from daily conversations in English and have analysed the types of repair, the organization of them and their position in interactions. In addition, some research on conversation repair (e.g. Fox et al., (1996)) focuses on the relationships between syntax and repair and demonstrates the difference of repair between languages that can be attributed by the syntax of both languages. Many studies on repair in L2 interactions that include participants with unequal linguistic competence were motivated by the suggestion of the preference for self-correction over other-repair by Schegloff et al. (1977), and these studies have tested this in L2 interactions.

Recently, researchers have begun to focus on repairs in ELF (English as a lingua franca) interactions and analysed repairs by non-native speakers with differing first languages; however, most of the previous research on repair has not analysed L2 conversations by speakers who share the same first language. In addition, this

research has not studied the syntactic features of repair in these interactions and has not analysed the relationships between such syntactic features and their acquisition.

This study focuses on the syntactic features of repairs in interaction by L2 speakers of Japanese who share the same first language, English, and analyses the acquisition by comparing interactions according to L2 competence level.

2. Repairs in conversation

When there is a failure in understanding between conversation participants, a problem in hearing, speaking and/or comprehension must be addressed. These problems are called ‘trouble sources’ that are repairable (Schegloff et al., 1977). According to Schegloff et al. (1977), the basic structure of repair consists of three components: 1) trouble source, 2) repair initiation, and 3) repair completion. There is also a sequential organisation called ‘repair segment’ that includes some stages that begin by ‘repair initiation’ and end by the outcome of the participants’ conversational sequence.

2.1 Repairs in conversation

Who initiates repair and who repairs the trouble source are important according to Schegloff et al. (1977). They divide repair initiations into two types: self-initiation and other-initiation. In addition, they divide 'who repairs' into two types: self-repair and other-repair. The combinations of 'who initiates the repair' and 'who repairs the trouble source' are as follows:

<types of repairs>

- (1) Self-initiated self-repair
- (2) Other-initiated self-repair
- (3) Self-initiated other-repair
- (4) Other-initiated other-repair

2.2 Position of repairs

Repair can be initiated in various places in relation to the trouble source and Turn Constructional Unit (TCU) that contains the trouble source. Schegloff et al. (1977) list four different places for repair initiation:

- (1) Within the same turn
- (2) At a transition space
- (3) In the next turn (3-1) (delayed other-initiation of repair)
- (4) After the next turn

2.3 Sequential organization of repair: sometimes fails

And how repair is organised in conversational interaction have been analysed. Participants in conversation sometimes fail to repair trouble sources or repair initiation is rejected. A co-participant in conversation locates a trouble source in another's utterance. In one case, a speaker whose utterance includes a trouble source accepts and corrects, and in another, this speaker may reject or fail to correct.

2.4 Preference for self-repair over other-repair

Schegloff et al. (1977) observed the preference for self-repair over other-repair. As one potential reason,

opportunities for self-repair exist prior to those for other-repair, because the speaker may repair his/her utterance within his/her turn and before the turn transition occurs.

2.5 Repair and syntax

Relationships between repair and syntax have received relatively little attention except for the study by Fox et al., 1996, which focuses on the relationships between syntax and repair from a cross-cultural perspective. They limit their conversation data to "same-turn self-repair," and demonstrate the difference of repair between languages that can be attributed to the syntax of both languages. Mainly using English and Japanese conversation data, they demonstrate that repair is organised differently across the two languages, and that those differences arise from syntactic differences across the two languages. For example, some morphological repairs in Japanese do not occur in the English conversations, and repair by repeating a part of a noun phrase occurs in the English conversations, but Japanese speakers do not make use of clausal recycling as repair in Japanese conversations. Fox et al., 1996 demonstrate that these differences in repair are affected by syntactic differences in each language.

2.6 Repairs in L2 interactions

The research on repair in L2 interaction were motivated by Schegloff et al., 1977's analysis of the preference of self-repair over other-repair and tested this idea in both pedagogical settings and non-pedagogical settings. In addition, they describe that repair in L2 interaction plays an important role differing from that in L1 interaction. L2 interaction involves participants with unequal linguistic competence in which some pedagogical goals should be accomplished. The studies demonstrate various kinds of strategies of repair special to speakers whose role is either "teacher" or "student."

2.7 Repairs in interactions by L2 speakers of Japanese who share the same L1

Most previous research on repair has not analysed the interactions by L2 speakers with the same L1 in which there is only L2 communication and teachers or instructors are not present; that is, there is no competence

inequality in the L2. Furthermore, the previous studies on conversation repair have not focused on the syntactic features of repair in L2 interactions and the relationships between such syntactic features of repair and their acquisition.

This study focuses on the syntactic features of repair in interactions by L2 speakers who share the same L1 and investigates how L2 speakers use repairs in their L2 interactions and acquire “how to use repairs” in L2 conversational interactions according to the learners’ L2 competency level.

3. Conversation Data

The data in this study consist of conversational interactions videotaped and transcribed in which pairs talk about given topics freely. Only the L2 Japanese conversation data from these participants is analysed.

3.1 Participants in conversation

Twelve native speakers of English (L1E) from the United States, the United Kingdom, and Australia were involved in this study. Six pairs of five-minute to seven-minute interactions were recorded. A pair with the same L2 Japanese competence talked about two given topics in each session. The ages of the participants ranged from twenty to thirty years of age. Before the data session, questions were asked pertaining to nationality, age, length of living in the U.S or Japan, length of learning their second language (Japanese). Below provides a brief summary of the participants’ information.

Table 1: Japanese Conversation Data (L1 English)

Basic level speakers of Japanese

Speaker	Nationality	Age	Experience living in Japan
S1	American	20's	less than 1 year
S2	American	20's	None
S3	American	20's	None
S4	American	20's	None

Intermediate level speakers of Japanese

Speaker	Nationality	Age	Experience living in Japan
S5	American	30's	3 years
S6	Australian	30's	5 years
S7	American	20's	4 years
S8	British	30's	6 years

Advanced level speakers of Japanese

Speaker	Nationality	Age	Experience living in Japan
S9	British	30's	10 years
S10	British	30'd	12 years
S11	British	30's	10 years
S12	American	30's	15 years

3.2 Data collection procedure

All data in this study were collected in both the United States and Japan from 2006 to 2010. Japanese conversation data were collected at Boston College in Massachusetts, the United States and Tokorozawa Kyoiku Centre in Japan. Japanese conversation data in which speakers (L1 English) were required to communicate only in Japanese were collected for analysis. Altogether, twelve conversation sessions by six pairs were recorded. The sessions in which pairs with the same L2 competence (basic / intermediate / advanced) talk about two given topics for five to seven minutes were recorded by digital video recorder. The conversation topics were easy and familiar in daily life, e.g. hobbies, travelling, and daily news broadcasts.

3.3 Data transcription

Conversation data recorded on DV tapes were digitalized into computer files and transcribed according to the transcription conventions of conversation analysis. The transcription notation used in this study is provided in Appendix A.

3.4 Three levels in Japanese conversation data by non-native speakers

This study uses the experience of Japanese learning and the periods of living in Japan as criteria of Japanese proficiency. Conversational interactions by six pairs were collected and divided by proficiency levels of Japanese into advanced, intermediate, and basic level speakers of Japanese.

- (i) **basic level:** speakers with no or less than a year's experience living in Japan, or speakers having some difficulty in communicating in Japanese
- (ii) **intermediate level:** speakers with one to nine years' experience living in Japan who can communicate only in Japanese but sometimes have slight difficulty
- (iii) **advanced level:** speakers with 10 or more years' experience living in Japan who do not have difficulty in communicating only in Japanese

4. Analysis

4.1 Japanese conversation by L2 Japanese, L1 English speakers

This study indicates the grammatical features of repair in interaction by L2 speakers of Japanese observing what kinds of repair they use in L2 conversation and analyses the relationships between the syntactic features of repair and their acquisition. Furthermore, this study considers which syntactic system these learners use, and whether they acquire the syntactic system of their L2 or use the one of their L1 when speaking in their L2.

4.1.1 Repairs by basic level speakers

In observing the conversational interactions by basic level speakers, most of the repairs were "self-initiated self-repairs" within the same turn by a speaker in which trouble sources are included. Some grammatical features were observed in self-repairs by basic level speakers. Below is a frequent example:

(Example 1) Basic level speaker

S1: un.. Watashi **ha**watashi **no** kazoku ha

takusan tabemono wo tabemasu...
(I ... my family eat a lot of food)

Speaker 1 self-initiates repair within his own utterance (within his turn). This is understood by the pause in his utterance indicating he did not know or was uncertain which case particle he had to use. He self-repairs after the pause by using the genitive case "no" in place of the nominative case "ha." There were many of these kinds of self-repairs within the same turn in these L2 interactions by basic level speakers.

As usually described, English is a rigid SVO language in which subject and object are unmarked and relatively fixed in their order with regard to the verb and verb subject agreement. Japanese is a verb-final language (SVO), and the order of nouns that must be followed by case particles or postpositions is flexible. Sometimes subjects, objects, or even verbs are omitted in Japanese discourse.

It is thought that this influences the use of case markers for L2 speakers of Japanese and their relative difficulty in acquiring them. L2 speakers gradually acquire this Japanese case marking system. A lesser example of this kind of self-repair was observed in L2 interactions by advanced speakers. In comparison with basic level speaker interactions, intermediate level speakers sometimes made grammatical errors in case markers but can communicate only in Japanese by not correcting small errors (See Example 2). Advanced level speakers can correct less grammatical errors as trouble sources in using more complex case systems (Example 3).

(Example 2) Intermediate level speakers

S5: jyuhasai, chigau, koukousei no Toki kara zutto, kyoumi **ga** motte ru. Elissa ha? (no self-repair)

S6: ano, watashi ha ano yama nobori to suno-bo-do.

(S5: 18 years old, no, since I was a high school students, interest have (I). How about Elissa?)

(S6: ah, I ahm, climbing mountains and snowboarding.)

In example 2, Speaker 5 mistakenly used the wrong case marker "ga" where she had to use "wo." The intermediate level speaker of Japanese, however, may understand the main stream of the conversation without correcting small grammatical errors. This may be

caused by the Japanese non-bound case system: the order of nouns followed by the case particles is relatively flexible and sometimes the role of a noun without a case particle is understandable due to a highly dependency on context. Consider the following:

- (i) Kyomi (ga) motte ru
- (ii) Kyomi (wo) motte ru
- (iii) Kyomi (Non marker) motteru

The expression (ii) using objective case is the correct form of Japanese. The expression (i) included in Example 2 using nominative 'ga' is an incorrect form, because the speaker had to use the objective particle 'wo.' Native Japanese speakers, however, can understand the meaning without correction due to (i) being only a small mistake in form. Furthermore, native speakers of Japanese can understand even number (iii) in which the case marker is missing.

This may be caused by the Japanese flexible word order system in which nouns can appear at some places with various case particles by changing their roles. Learners of Japanese can gradually acquire not only this case system that decrease Japanese learners' grammatical errors in case marking but also higher context dependency special to Japanese than a rigid word order system. Next, consider the following example:

(Example 3) Advanced level speaker

S9: demo sore ha, sore demo,
ano sou iu club de ha mou kinen ni natta.

((but, th.. They... even at those clubs,
smoking was banned.)

This is an interaction by advanced level speakers of Japanese. Speaker 9 self-corrects the nominative case by using a slightly complex locative expression. As seen in this example, learners of Japanese with advanced L2 competency can correct grammatical errors (nominative case) into more complex and precise forms of Japanese without hesitation. Next, consider the other type of self-repair by basic level speakers (Example 4).

(Example 4) Basic level speaker

S2: ah.. Jyaa, tabe ma sen, a tabe masu ka?
(S2: ah, so, (you) do not eat, a, do you eat?)

<<self-repair by changing the inflection form of a verb>>

Basic level speakers of Japanese often self-correct this kind of inflection form of a verb. Basic level speakers often make mistakes in using verb forms. Speaker 2 wanted to ask a co-participant in interaction whether he would eat it or not, but the speaker was not able to use the correct form of question and used the negative form of the verb 'taberu.' This type of repair as correction was often observed in conversation interactions by basic level speakers. Next, consider Examples 5 and 6.

(Example 5) Basic level speaker

S1: Olympic ha ... ninety-eight? Nineteen ninety-eight?

Olympic ga ari masu. ari ma shita.

(S1: Olympic in 98? 1998? (use English expression)
There is Olympic, There was)

(Example 6) Basic level speaker

S4: ah.. Watashi ha ah... sukii suru, ah.. koto ga ari
masen... de shita.

(S4: ah, I, ah, ski, ah, have not skied yet.)

These examples show the self-repair by changing verb tense. Basic level speakers often make errors in using the correct tense forms of verbs. These kinds of repairs were often observed in this study.

4.1.2 Repairs by intermediate level speakers

Next, we will consider some self-repair strategies which can be seen in interactions by the intermediate level speakers. This deals with two kinds of syntactic features of self-repairs.

4.1.2.1 Nominalization of verbs

One of the self-repair strategies by intermediate level

speakers is the nominalization of a verb. Consider Example 7.

(Example 7) Nominalization of a verb (intermediate level speaker)

S6: watashi mo.... watashi mo kaku ga suki,
kaku no ga suki.sou.
(I.... I also like writing, like to write.)

Intermediate speakers also use the repair by ‘nominalization of a verb.’ This is a difficult Japanese grammatical item for beginners. As seen in this example, this kind of use was often observed in intermediate level speakers. Speakers use not only simple self-repairs by the change of case marker, they also use repair by nominalization of a verb. In Example 7, a speaker used the mistaken nominalization form of the verb “kaku,” then, self-repairs by using the correct form. This indicates that L2 learners gradually become able to use self-repair for complex Japanese forms in accordance with the acquisition of the form.

4.1.2.2 Repair by clausal recycling

Another type of self-repair observed in interactions by intermediate level speakers is the self-repair form by clausal recycling. This self-repair in Example 8 is “clausal recycling” that includes subject, verb, and object.

(Example 8) Clausal recycling by intermediate level speakers

S6: ano, hard drive ga iri kon de naka tta.
Enter it.
S5: un??
S5: pasokon ga hard drive wo yoma na kata.
 S O V

(S6: ah, hard drive did not en...’Enter it’.)
(S5: what?)
(S6: PC did not load the hard drive.)
<S6 uses English expression ‘hard drive’>

Fox et al., 1996, analyse the scope of recycling in self-repairs in which Japanese data (L1) shows only constituent-internal recycling (e.g. self-repair by only recycling a verb). Japanese speakers do not make use of clausal recycling that is usually seen in their English

data.

In the interaction seen in Example 8, an L2 speaker whose L1 is English uses the pattern of L1 (English) grammatical features while speaking only in L2 (Japanese). Some influence of L1 is thought to be shown in the L2 interaction in this example. If the co-participant is a native-speaking Japanese, he/she is thought to say only “yomi koma naka tta” as a repair and can understand what the speaker has said by listening to only part of the expression. S5, however, who is a native English speaker, uses the English (L1) pattern (‘clausal recycling’ (Fox et al., 1996)) and repairs subject, object and verb after a co-participant indicated misunderstanding in what S6 had said.

Interestingly, S5 (intermediate level speaker) uses the Japanese grammatical pattern SOV not SVO (English pattern). We can say that the speaker is in the process of Japanese language acquisition (L2), and she has acquired some part (Japanese SOV system) but has not acquired the L2 repair strategies ‘recycling only some parts’ that includes ‘omission of some elements in utterances.’

4.1.3 Other initiation of repairs

As described above, only a small number of other-initiation of repair were observed in basic level interactions. Interactions by intermediate and advanced speakers, however, had more examples of other-initiation of repair and other-repairs by co-participants compared with interactions by basic level speakers.

(Example 9) Other-initiated self-repair by intermediate level speakers

S7: arubaito. De, sono mondai ga atta toki ha, Fujiya ga tyotto 1 kagetsu 2 kagetsu, 3.... =
S8: wakann nai!!
S7: = 7 kagetsu. Sou yasu n de de kanojyo shigoto nakatta kedo...

(S7: part-time job. And when there was the problem, Fujiya have some.. 1 month, 2 months, 3...

(S8: I don’ know!.)

(S7: **7 months. So (she) did not work. She did not have jobs but...**)

In Example 9, the utterance by Speaker 8 is the other-initiation of repair. In the conversation data of this study, other-initiation of repairs are sometimes observed in interactions by intermediate and advanced level speakers.

4.1.4 Other-repairs by basic and advanced level speakers

Schegloff et al. (1977) notes that self-repair has preference over other-repairs except for a small number of cases in which inequality exists in interactions, such as adult and child. One potential reason is that the opportunities for self-repair exist prior to those for other-repair, because the speaker may repair his/her talk within his/her current turn before the turn transition takes place.

The research on repair in L2 interaction was motivated by Schegloff et al. (1977)'s analysis of the preference for self-repair over other-repair and tested this idea in both pedagogical settings and non-pedagogical settings. In addition, they describe that repair in L2 interaction plays an important role different from that in L1 interactions. L2 interaction involves participants with unequal linguistic competence in which some pedagogical goals should be accomplished. The study demonstrated various kinds of strategies of repairs special to the speakers whose roles are "teacher" or "student."

Schegloff et al. (1977) mostly used L1 English conversational interactions, and researchers who analyse L2 interactions used conversation data in pedagogical or non-pedagogical interactions with most of them analysing teacher and student interactions.

The data collected in this study comprise conversational interactions by L2 speakers of Japanese whose L1 is English with the inclusion of a conversation pair with equal L2 competence; therefore, there are differences from the idea that self-repair has the preference over other-repairs by previous analyses, because the data in this study consists of L2 interactions without L2 competence inequality.

This study shows the different kind of other-repair observed in the conversation data by non-native speakers of Japanese whose L1 is English. Basic level speakers of Japanese sometimes use unique self-initiation strategies of word search in L2 (Japanese) and a co-participant repairs by providing a word or phrase. This is a kind of other-repair is indicated in the following

example:

(Example 10) Interaction by basic level speakers

S2: ah..obasan to ojisan ha... tabemono wo..

How to say 'bring'??

S1: ah... motte ima su.

(S2: aunt and uncle ??? Food)

(S1: ah...'have' (this is a mistaken word))

As seen in Example 10, when Speaker 2 lacks knowledge of the correct word/phrase in this L2 interaction, repair by word/phrase searching is initiated by expression in L1 (English) where he should speak in L2 (Japanese). The other participant in the interaction then repairs by providing a candidate for the correct expression.

This is a unique self-initiated other repair example of basic level learners of Japanese not seen in interactions by advanced level learners.

Other-initiated other-repair that is said unseen in L1 interactions, except for examples in which some inequality exists (Schegloff et al. (1977)), is seen in interactions by non-native speakers whose L1 is the same.

(Example 11) Other-initiated other-repair by advanced level speakers

S11: ano sou iu club demo mou kin-en ni na tta.

S12: mou kin-en ni naru.

S11: **nari masu.** Sou.

(S11: but th..they.. Even at those clubs smoking was Banned)

(S12: Smoking will be banned.)

(S11: Will be... yeah.)

In this example, the speakers are both L2 Japanese and L1 English. There lacks inequality in L2 competence usually seen in interactions such as teacher-student; however, Speaker 12 initiates (other-initiation) repairs and corrects Speaker 11's utterance (other-repair).

5. Summary

This study focused on syntactic features of repairs in L2 Japanese, L1 English speaker interactions and investigated how these speakers used such repairs in

accordance with L2 competency level in relation to the perspective of L2 acquisition.

Basic level Speakers

Basic level speakers of Japanese use many self-initiated self-repairs. Some grammatical features of the self-repairs observed in these interactions were as follows:

- (1) They often self-correct by changing the case particles.
- (2) They often self-correct by changing the inflection form of a verb.
- (3) They often self-correct by changing the tense of a verb.

In addition, self-initiated other-repair in interaction were also observed. The basic level speakers of Japanese sometimes use unique self-initiate strategies of kinds of word search in L1 (English) and a co-participant repairs by providing a word/phrases (other-repair).

Intermediate level speakers of Japanese

As described above, some syntactic features of self-repairs were observed. One is the self-repair by the nominalization of a verb. Intermediate level speakers may be able to use this type of repair in accordance with the fact that the acquisition of Japanese progressed. The other type of self-repair is a form of clausal recycling. The interactions in this study show that L2 Japanese, L1 English speakers use the pattern of L1 grammatical features when they speak only in L2. Some influence of L1 is thought to be shown in L2 interaction, because the acquisition is in progress.

Advanced level speakers of Japanese

In comparison with basic level learners' L2 interactions, advanced level speakers sometimes make grammatical errors in case markers but can communicate only in Japanese by not correcting small errors. Advanced level speakers can correct less grammatical errors as trouble sources in using more complex case systems. Furthermore, other-initiated other-repairs were observed in non-native speakers' interactions that are not seen in L1 interactions and L2 pedagogical interactions analysed by previous studies.

6. Conclusion

This study demonstrated that the syntactic features of

repairs in interaction by L2 Japanese, L1 English speakers in which there is no inequality of language competence as seen in L2 pedagogical settings. Furthermore, this study considered the correlation between syntactic features of repair and its acquisition. This study is part of my research on repair and can be analysed by limited Japanese data, so more detailed observation and consideration on other data is necessary.

References (selected)

- Drew, P. (1997). "Open" class repair initiators in response to sequential sources of troubles in conversation. *Journal of Pragmatics*, 28 (1), 69-101.
- Fox, B., Hayashi, M., and Jasperson, R. (1996). Resources and repair: a cross linguistic study of syntax and repair. In E. Ochs, E. A. Shegloff & S. A. Thompson Interaction and grammar (185-237). Cambridge: Cambridge University Press.
- Jefferson, G. (1983). On Exposed and Embedded Correction in Conversation. In Button, G. and J. R. E. Lee (eds.) *Talk and Social Organization*, Cleavedon/Philadeiphia: Multilingual Matters, 86-100.
- Shegloff, E. A., Jefferson, G., and Sacks, H. (1977). The Preference for Self-Correction in the Organization of Repair in Conversation, *Language*, 53 (2), 361-382.

Appendix A

Transcription Notations

[]	overlapping utterances
...	pause
=	latching: when there is no interval between adjacent utterances
()	translation into L1
<u>Underline</u>	trouble sources that can be repaired
<u>Initiation</u>	repair-initiation
Repair	repairs

報告 Report

コンクリートポンプ工法に用いる輸送管の摩耗に関する実態調査

原稿受付 2018年9月26日

ものづくり大学紀要 第8号 (2018) 32~37

五十嵐海南^{*1}，大塚秀三^{*2}，奥山夏樹^{*3}^{*1}ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科 学部4年^{*2}ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*3}ものづくり大学院 ものづくり学研究科

1. はじめに

昨今のコンクリート工事では、コンクリートの打込みに際してコンクリートポンプ工法を用いることがほとんどであり、施工の合理化に大きく貢献している。コンクリートポンプ工法では、コンクリートを圧送するために鋼管（以下、輸送管という）を多数連結して用いる。コンクリートを圧送する際には、輸送管内に大きな圧力が生じるため、輸送管の適切な肉厚の保持が安全性の確保には極めて重要である。一方で、輸送管内をコンクリートが流動する際には、コンクリートと輸送管との内壁に生じる摩擦抵抗によって内壁が摩耗し、圧送量に比例して輸送管の肉厚は減少する。この輸送管の摩耗による肉厚不足に起因した破裂事故は、コンクリートポンプ施工中の事故の大半を占めており、人的被害が発生した事例もある¹⁾。

各種指針類では、輸送管の肉厚に関する管理方法としてハンマや工具等を用いた打音検査、超音波肉厚計およびアナログ機構の厚さ計（以下、厚さ計という）などを用いた検査方法が示されており、摩耗限界肉厚の目安が示されている²⁾。打音検査は、ハンマや工具等で叩いた打音を検査者の感覚により判定するため、個人の主観に基づいた不明確な判定になりやすい。超音波肉厚計による点検は、局所的に定量的な測定が可能であるものの、面的に摩耗状態を捉えるには多くの労力を要することに加え、探触子の接触状態によってはばらつきが生じ、危険側に判定される可能性がある。厚さ計は、測定部が輸送管の端部付近しか届かず輸送管の中心部付近の測定ができない可能性がある。また、摩耗限界肉厚は、土木学会、日本建築学会、日本コンクリート工学会および日本建設機械工業会の基準において、標準圧管 1.0mm、中圧管 2.0mm、高圧管 3.0mm と目安が定められている。しかし、有効桁数小数点以下 1 桁の管理は、現状の検査方法において相当の精度が要求され実務上の運用の障壁となることが懸念される。また、圧送業者の所有する輸送管が多数となることに加え、輸送管の肉厚に関する測定位置および測定箇所数などの具体的な方法が明示されておらず、有効に運用されていない懸念がある。

以上の背景を踏まえて、本報告では輸送管の肉厚に関する管理方法として示されている超音波肉厚計および厚さ計を用いた測定により、コンクリートポンプ工法に用いる輸送管の摩耗に関する実態を明らかにすることを目的とした。ここでは、輸送管の摩耗状態、附着物の有無および変形等の測定部の状態、測定方法および測定機器が測定値へ及ぼす影響について検討した結果を報告する。

2. 調査概要

本調査で対象とした輸送管の概要を表1，調査の概要を表2および測定機器の概要を表3に示す。輸送管は，全国展開している圧送業者が実際に使用しストックヤードにて保管されていた呼び径120A（4B）および125A（5B），長さ3,000mmの輸送管（以下，使用済管という）の各々10本とした。調査の項目は，輸送管の肉厚および輸送管の状態とした。輸送管の肉厚の測定位置は，長さ方向では100mm間隔およびフランジ部分を避けた両端部とし，円周方向では120°間隔ごととし，合計で輸送管1本あたり93箇所を超音波肉厚計および厚さ計を用いて測定した。なお，厚さ計による測定は，輸送管の端部から測定可能深さ400mmまでの範囲内とした。輸送管の状態は，コンクリート，ノロおよび錆等の付着物の有無およびへこみ等の変形とし，測定値への影響を検討した。

表1 輸送管の概要

呼び径	長さ (mm)	使用状況	本数
4B	3,000	使用済管	各々10本
5B			

表2 調査の概要


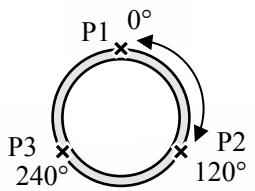
調査項目	調査内容		
輸送管の肉厚	長さ方向	@100mmおよび フランジ部分を避けた両端部 	計測回数3回 ※測定値は 最低値を採用
	円周方向	@120° 	
輸送管の状態	コンクリート，ノロおよび錆等の付着物の有無 変形		

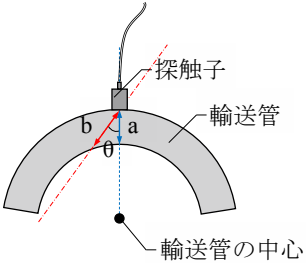
表3 測定機器の概要

測定器 (メーカー，型番)	仕様			
	測定厚さの 範囲	測定精度	表示 分解能	測定 深さ
超音波肉厚計 (A社，AD-3253B)	0.8mm～ 100.0mm	・ ±0.1mm±0.5% (測定範囲0.8mm以上40mm以下) ・ ±0.1mm±1.5% (測定範囲100mm以下)	0.1mm	—
厚さ計 (T社，GM-3)	0.0mm～ 90.0mm	±0.2mm	0.1mm	400mm

3. 超音波肉厚計による測定誤差の可能性に関する仮説

超音波肉厚計を用いた測定方法による測定値の影響について仮説を立ててみた。超音波肉厚計は、その原理と使用実績からすると測定方法としての有効性が確立された手法といえる。一方で、探触子の接触角度によって超音波の入射角による往復に要する時間の遅れに起因して測定値にばらつきが生じる可能性がある。そこで、探触子を輸送管に接触させる際の接触角度の変化による測定値の差異について算定した。探触子の接触角度と測定肉厚を表4に示す。摩耗限界肉厚の目安である小数点以下1桁で管理する場合、標準圧管では 25° 、中圧管では 18° 、高压管では 15° の範囲内であれば0.1mmの精度で測定が可能である。すなわち、高压管ではラフに探触子を接触させると実際よりも厚く測定することとなり危険側の判定となる恐れがある。標準圧管では高压管に比べ、ある程度ラフに測定しても判定への影響が小さいと言えるが、標準圧管はそもそもの厚みが薄いためわずかな誤差によって危険側に判定される懸念がある。これらのことより、試験者の技量と作業の正確性が高度に要求されることとなり、検査の専門家以外が運用するには困難となる可能性が示唆される。

表4 探触子の接触角度と測定肉厚

	標準圧管			中圧管			高压管					
	1.0			2.0			3.0					
実際の肉厚a (mm)												
測定肉厚 b (mm)	1.1	1.2	...	2.0	2.1	2.2	...	3.0	3.1	3.2	...	4.0
肉厚誤差 (mm)	0.1	0.2	...	1.0	0.1	0.2	...	1.0	0.1	0.2	...	1.0
接触角度 (入射角) θ ($^\circ$)	25	34	...	60	18	25	...	48	15	20	...	41

4. 結果および考察

4.1 輸送管の摩耗状態および測定部の状態による測定値への影響

超音波肉厚計を用いた使用済管の長さ方向における測定位置ごとの肉厚の一例を図1、円周方向における測定位置ごとの肉厚の一例を図2に示す。長さ方向における肉厚は、測定位置によるばらつきが生じた。これと同様に、円周方向における肉厚も測定位置によるばらつきが生じた。このことより、長さ方向および円周方向において輸送管内が均等に摩耗していない可能性がある。円周方向の摩耗においては、圧送時における配管状況により輸送管内に片減りが生じている。また、付着物を排除しなかった場合の肉厚と付着物を排除した場合の肉厚に大きな差異が生じ、付着物の量によっては超音波肉厚計での測定が不可能な測定位置も存在した。

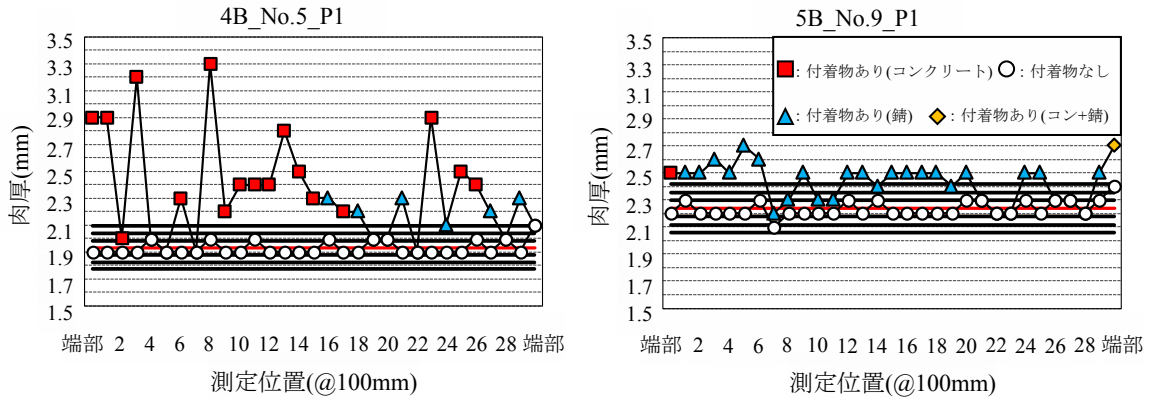


図 1 長さ方向における測定位置ごとの肉厚

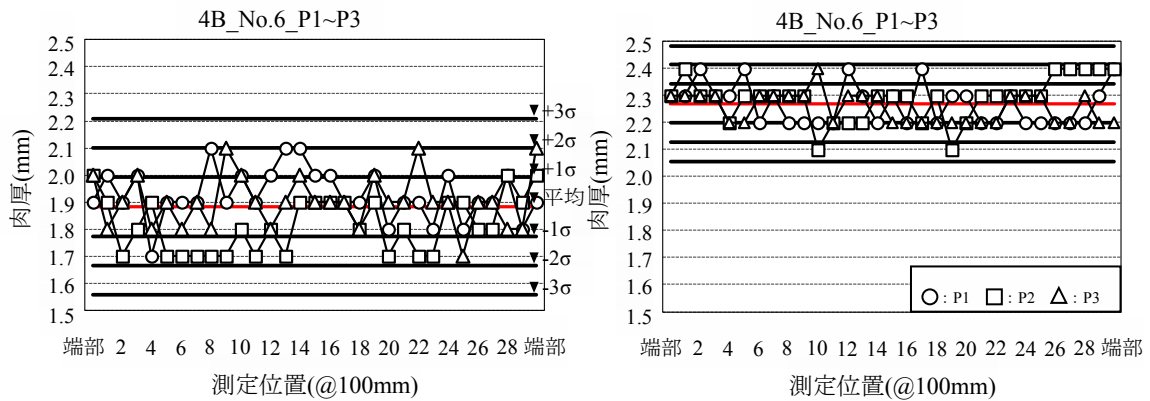


図 2 円周方向における測定位置ごとの肉厚

4.2 輸送管の摩耗状態の傾向

前節 4.1 を踏まえ、輸送管の肉厚より摩耗状態の傾向について検討した。輸送管に付着したコンクリート、ノロおよび錆等を排除した場合の長さ方向の肉厚の最頻値に対する肉厚誤差を図 3、円周方向の P1 に対する P2 および P3 の肉厚誤差を図 4 に示す。長さ方向および円周方向において、肉厚誤差が生じない頻度が最も高い傾向となった。一方で、最頻値に対する肉厚誤差が 0.1mm 以上である場合も少なからず存在するため、各指針類に示されている摩耗限界肉厚の有効桁数小数点以下 1 桁での管理に影響がある可能性が示唆される。

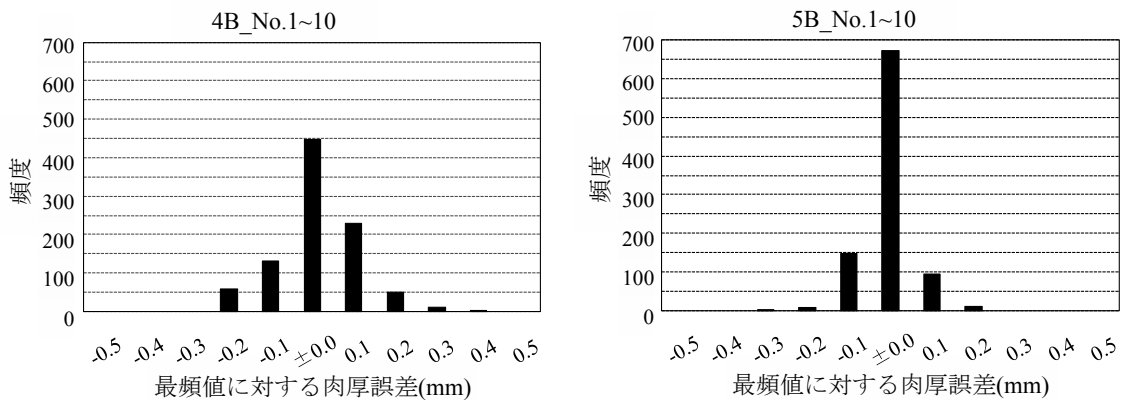


図 3 長さ方向の肉厚の最頻値に対する肉厚誤差

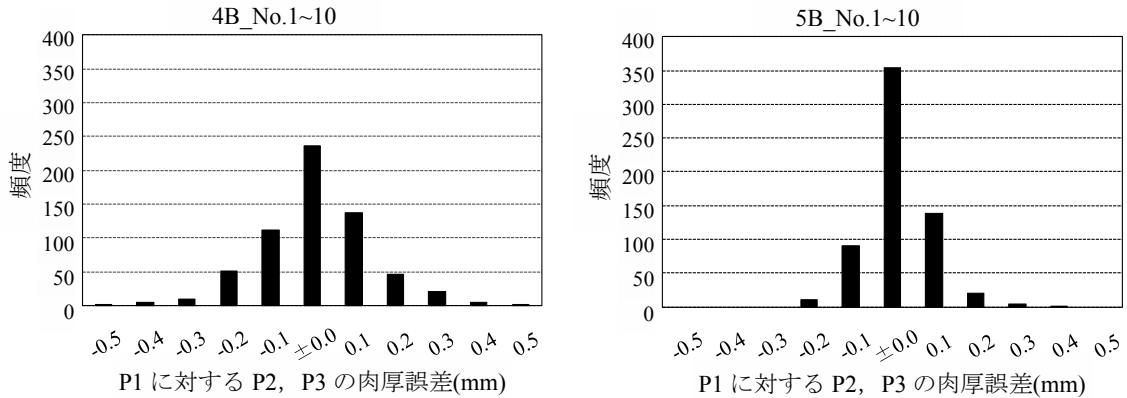


図 4 円周方向の P1 に対する P2 および P3 の肉厚誤差

4.3 測定機器による測定値の差異

超音波肉厚計および厚さ計の肉厚の一例を図5、超音波肉厚計に対する厚さ計の肉厚誤差を図6に示す。厚さ計を用いた肉厚は、超音波肉厚計を用いるより顕著に小さくなる傾向を示した。また、輸送管内に写真1に示すような付着物がある場合の肉厚は、超音波肉厚計を用いた肉厚より大きい値を示した。付着物の取り扱いに関して、輸送管外部の場合は除去が容易であるが、輸送管内部の場合は除去できる範囲に限度があるため、測定前に輸送管内を洗浄して付着物を除去するなどの対策が必要である。超音波肉厚計と厚さ計の測定誤差の原因は定かではないが、両測定機器の表示分解能は同じであるため測定機器のキャリブレーションの精度によって差異が生じた可能性が考えられ、これは今後の検討課題とする。

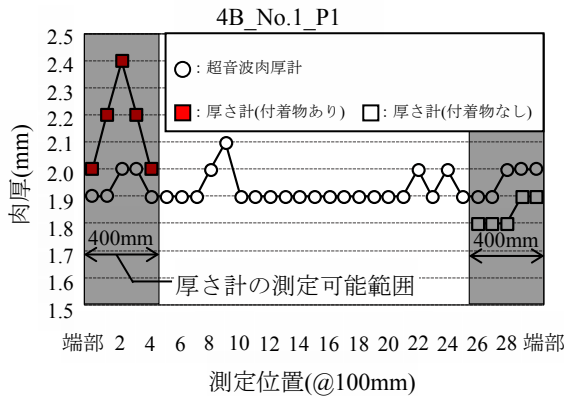


図 5 超音波肉厚計および厚さ計の肉厚

写真 1 輸送管内部の付着物(4B_No.1)

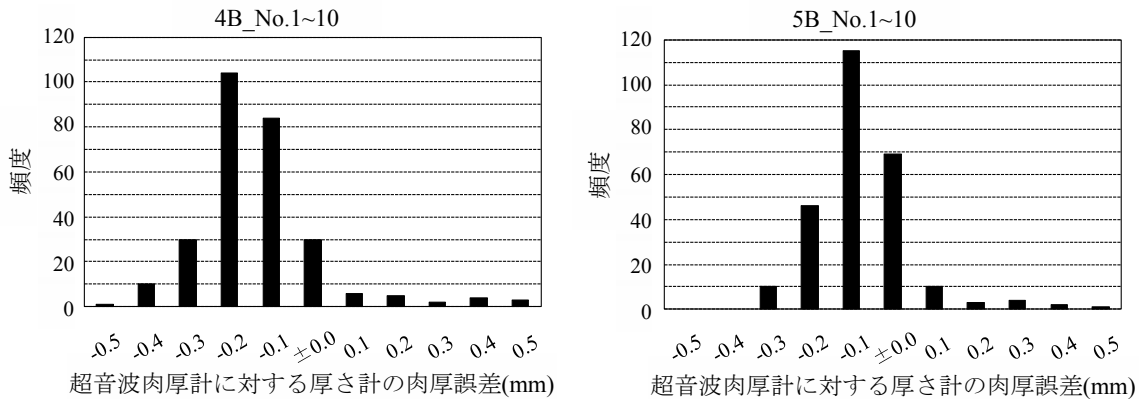


図 6 超音波肉厚計に対する厚さ計の肉厚誤差

5. まとめ

本調査で得られた知見を以下に示す。

- (1) 超音波肉厚計を用いた測定方法は、探触子の接触角度によって測定誤差が生じるため、試験者の技量と作業の精度が高度に要求される可能性がある。
- (2) 超音波肉厚計を用いた肉厚は、長さ方向および円周方向において測定位置によるばらつきが生じた。円周方向の摩耗は、圧送時における配管状況により輸送管内に片減りが生じている。このことより、輸送管内が均等に摩耗していない可能性がある。また、付着物を排除しなかった場合の測定値と付着物を排除した場合の測定値に大きな差異が生じた。
- (3) 厚さ計を用いた肉厚は、超音波肉厚計を用いるより顕著に小さくなる傾向を示した。また、輸送管内に付着物がある場合の肉厚は、超音波肉厚計を用いた肉厚より大きい値を示した。このことより、測定前に輸送管内を洗浄して付着物を除去するなどの対策が必要である。超音波肉厚計と厚さ計の測定誤差の原因は定かではないが、両測定機器の表示分解能は同じであるため測定機器のキャリブレーションの精度によって差異が生じた可能性が考えられ、これは今後の検討課題とする。

本調査の結果を踏まえると、表5に示す運用上の課題を検討していく必要がある。今後、継続して検討していく予定である。

表 5 今後の運用上の課題と考えられる項目

検討課題	検討内容
肉厚の管理方法	輸送管の肉厚の測定箇所と測定箇所数の検討
摩耗限界肉厚の管理	管理可能な摩耗限界肉厚の設定

謝 辞

本調査は、平成30年度ものづくり大学教育力・研究力強化プロジェクト（プロジェクトリーダー大塚秀三教授およびプロジェクトメンバー三井実准教授）の助成を受け実施した。また、本調査に際して、日本コンクリート工学会コンクリート圧送技術調査委員会・安全性検討WG（主査：鹿島建設株式会社土木技術部・柳井修司氏）において有益なご助言を頂いた。ここに記して謝意を表する。

文 献

- 1) 日本コンクリート工学協会：コンクリート圧送工法ガイドライン 2009 および解説，p.30，2009.6
- 2) 例えば，日本建築学会：コンクリートポンプ工法施工指針・同解説，pp.84-97，p.149，2009.12

報告 Report

ものづくり大学同窓会 2017年度 活動報告

原稿受付 2018年9月28日

ものづくり大学紀要 第8号 (2018) 38~41

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(学務部 教務・情報課 教務係 主任)

*4 ものづくり大学同窓会 書記(事務部 総務課 施設係)

*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 (就職支援本部 副本部長)

1. はじめに

ものづくり大学同窓会（会長：上原苑子・建設2期）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9年目を迎え近年においては、大学を取り巻いた活動も多くなり、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、2017年度の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」の開催は、行田市よりものづくり大学が依頼を受けて実施している「おもしろものづくり教室」、さきたま火祭り実行委員会の主催する「さきたま火祭り」など5回実施した。「碧蓮祭における活動」では、同窓会員等からの寄付金で実施しているものづくり大学同窓会花火大会および懇親会を開催、卒業生を主として行う体験教室・展示会・出店ブースの設置等実施した。「名刺交換交流会」は2014年度から実施しており、2017年度は総会と同日開催で実施した。2016年度より同窓会加入の会費制を導入し、「同窓会奨学金」、「新入生歓迎イベント」を新たに実施し、在学生に向けたサポートの充実も活動の幅として広げた。

表1 活動概要

No.	活動	実施時期
1	ものづくり体験教室	5月4日, 7月2日, 22日, 9月2日, 18日
2	碧蓮祭における活動	10月28日, 10月29日
3	名刺交換交流会	5月21日
4	同窓会奨学金	12月12日
5	新入生歓迎イベント	4月14日

3. 活動内容

3.1 ものづくり体験教室

3.1.1 概要

「ものづくり体験教室」は、行田市、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。

3.1.2 実績報告

2017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」の他、新たに鴻巣市にある「埼玉県防災学習センター」からの依頼など、行田市だけでなく埼玉県内における認知度向上のきっかけにもなった。体験教室では、卒業生の有志だけでなく在学学生を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ため、今後と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	左官材料を使用したタイルコースターの製作	さきたま火祭り	2017年5月4日 さきたま古墳	さきたま火祭り実行委員会	56名
2	ちょっと便利なプランターテーブルをつくってみよう	おもしろものづくり教室	2017年7月2日 ものづくり大学	ものづくり大学	25名
3	タイルコースターセットをつくらう	おもしろものづくり教室	2017年7月22日 ものづくり大学	ものづくり大学	38名
4	タイルコースターセットをつくらう	金属労協(JCM)埼玉主催 親子ものづくり教室	2017年9月2日 ものづくり大学	ものづくり大学	60名
5	タイルコースターセットをつくらう	埼玉県防災学習センター実施イベント	2017年9月18日 埼玉県防災学習センター	埼玉県防災学習センター	100名

3.2 碧蓮祭における活動

3.2.1 概要

「碧蓮祭における活動」では、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や懇親会、卒業生による体験教室・模擬店・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28日（土）、10月29日（日）に開催された。

3.2.2 実績報告

2日間とも雨天の中ではあったが、花火大会および懇親会を行うことができた。懇親会会場では、卒業生を始め、退職された教員、在学生も参加しており、例年通りの賑わいを見せた。碧蓮祭に1年生団体の出店が少ないため、運営のし易さ向上を目的に、1年生団体のうち5団体に出店支援を行った。次年度以降も、碧蓮祭参加学生増を目的とし、これらの活動を続けていきたい。

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る。

3.3.2 実績報告

2017年度は12名の参加者が集まった。参加者は、日常の仕事では聞けない話題や、他業種の情報収集等に活用している様子であった。

参加者数については少しずつ増加しているものの、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 ものづくり大学同窓会奨学金

3.4.1 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、年間8名以内、年額12万円を給付している。

3.4.2 実績報告

2017年度は、13名からの応募があり、選考の結果、8名に給付を決定し「奨学生証認定授与式」を12月12日に行った。今後も、在学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。

3.5 新入生歓迎イベント

「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年度より新たに実施したイベントである。

3.5.1 実績報告

ものづくりの道で新入生歓迎バーベキュー大会を開催し、多くの新入生が参加した。また、上級生も多く参加し、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、在学生同士の交流を深めることができた。参加した学内関係者から好評であったため、今後も継続してイベントを主催していきたい。

4. まとめ

2017年度のものづくり大学同窓会活動について、設立時から継続して行っている地域貢献活動では、新たな団体からの依頼もあり、多くの参加者に認知してもらえる機会となった。2016年度より、会費制を導入したことで2017年度では、活動の幅を広げることができた。

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、Twitter、facebook、ものづくり大学同窓会 LINE 等で引続き周知していきたい。

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*1, 上原苑子*2, 加藤大樹*3, 大塚秀三*4, 齋藤修一*5：ものづくり大学同窓会 2015年度 活動報告 pp.32-37,2018.2

ものづくり大学 紀要編集委員会

編集委員長

八代 克彦

編集委員

荒木 邦成 / 西 直美 / 田尻 要 / 三原 斉

ものづくり大学 紀要 第8号

ISSN 2185-3746

2018年12月31日 印刷

2018年12月31日 発行

発行人

赤松 明

学校法人 ものづくり大学

〒361-0038 埼玉県行田市前谷 333

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

印刷所

三共印刷株式会社

