

# 打重ねコンクリートの一体性の評価に関する研究

九州大学大学院 正会員 陶 佳宏 九州大学大学院 フェロー 松下 博通  
九州大学大学院 正会員 鶴田 浩章 九州大学大学院 古賀 源象

## 1. はじめに

福岡トンネル覆工コンクリートの崩落事故以来、打重ねを行ったコンクリートが問題となり、関心を集めている。本研究では、打重ねを行う際に、前に打設したコンクリートの硬化が進行した場合や、構造物の施工上突固めることが困難な場合に着目し、前に打設したコンクリートまで突固めることなく打重ねを行ったコンクリート供試体の強度低下について、曲げ強度比により検討した。さらに、コンクリートの打重ねによる強度低下が危惧される場合の処理方法についても評価した。

## 2. 実験概要

### 2.1 使用材料と配合

本研究で使用した材料は、普通ポルトランドセメント、海砂（密度：2.54g/cm<sup>3</sup>、吸水率：2.70%、粗粒率：2.52）、砕石（密度：2.91 g/cm<sup>3</sup>、吸水率：1.02%）であり、混和剤としてリグニンスルホン酸系 AE 減水剤と空気連行剤を用いた。配合は、表 1 に示すように、W/C = 45、55、65% の 3 水準について、スランプ = 12.0 ± 1.0cm、空気量 = 4.5 ± 1.0% となるように、混和剤および空気連行剤の混入量を変化させて調整した。

### 2.2 供試体

供試体は 150 × 150 × 530mm の角柱供試体を作製し、脱型後標準水中養生を施して材齢 28 日で 3 等分点曲げ強度試験を行い、打重ね面を有しない一体供試体との曲げ強度比により比較検討した。供試体はすべて 20 の恒温室で作製し、中央部にて鉛直打重ねを行った。作製方法は、型枠の下半部に下層コンクリートを打設し、シリーズ 1 では表面処理を行わずに、シリーズ 2 では所定時間後に表 2 に示す各処理を行い、更にそれぞれ所定時間経過後に上半部に上層コンクリートを打重ねた。各層は突き棒により(約 10cm<sup>2</sup> に 1 回)突固め、型枠を軽打した。このとき、上層と下層のコンクリートの配合は同じとし、上層コンクリートを突固める際は、下層コンクリートの硬化が進行した場合および構造物の施工上、前に打設したコンクリートまで突固めることが困難である場合を想定し、下層コンクリートまで突き棒が貫入しないようにして行った。また、下層コンクリートを打設する際に、フリーディング試験およびプロクター貫入抵抗値による凝結試験も同時に行った。

## 3. 実験結果

### <シリーズ 1> 打重ね時間による強度低下に関する検討

プロクター貫入抵抗値および曲げ強度比の結果を図 1 に示す。ここで図中の時間 0h は、下層コンクリートを練混ぜる際に水を注入した時間であり、曲げ強度比は、それぞれの打重ね時間における曲げ強度を打重ねを有しない一体供試体の曲げ強度で除した値を表す。ここで、一体供試体の曲げ強度は W/C = 45、55、

表 1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				AE減水剤 (g/m <sup>3</sup> )	連行剤 (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
		W	C	S	G		
45	43	175	389	720	1041	1361	933
55	45	176	320	778	1037	1000	768
65	47	175	269	833	1023	1346	592

表 2 各処理方法の一覧表

	処理方法	処理時間	打重ね時間	突き棒
A	-	-	4.5時間(100psi)	無
B	-	-	6.0時間(500psi)	無
C	-	-	8.5時間(4000psi)	無
D	モルタル処理	4.5時間(100psi)	4.5時間(100psi)	有無
E		4.5時間(100psi)	6.0時間(500psi)	有無
F		4.5時間(100psi)	8.5時間(4000psi)	有無
G		6.0時間(500psi)	8.5時間(4000psi)	無
H	ペースト処理	4.5時間(100psi)	4.5時間(100psi)	有無
I		4.5時間(100psi)	6.0時間(500psi)	有無
J		4.5時間(100psi)	8.5時間(4000psi)	有無
K		6.0時間(500psi)	8.5時間(4000psi)	無
L	フリーディング水処理	4.5時間(100psi)	4.5時間(100psi)	無
M		4.5時間(100psi)	8.5時間(4000psi)	無
N	突き棒処理	4.5時間(100psi)	4.5時間(100psi)	-
O		1時間間隔(4回)	4.5時間(100psi)	-
P		2時間間隔(2回)	4.5時間(100psi)	-
Q		4.5時間(100psi)	6.0時間(500psi)	-
R		1時間間隔(5回)	6.0時間(500psi)	-
S	バイブレータ処理	4.5時間(100psi)	4.5時間(100psi)	-
T		1時間間隔(4回)	4.5時間(100psi)	-
U		0時間	4.5時間(100psi)	-
V		4.5時間(100psi)	6.0時間(500psi)	-

キーワード: 打重ねコンクリート、曲げ強度比、打重ね時間、プロクター貫入抵抗値、打重ね面処理

連絡先: 〒812-8581 福岡県福岡市東区箱崎 6-10-1 TEL & FAX 092-642-3271

65%のとき、それぞれ 5.76N/mm<sup>2</sup>、5.11 N/mm<sup>2</sup>、4.22 N/mm<sup>2</sup>であった。プロクター貫入抵抗試験の結果では、始発（500psi）に達するまでの時間は 7～8 時間程度であり、水セメント比が小さいほど短い時間で硬化が進行していることが分かる。曲げ強度比は、打重ね時間が長くなるにつれて低下しており、打重ね時間が 5 時間になると一体供試体の曲げ強度と比較すると、2 割から 3 割の強度低下が認められた。水セメント比による曲げ強度比の低下の程度は明確ではなかったが、何れの水セメント比においてもプロクター貫入抵抗値が非常に小さい時点で強度比が低下している。既往の研究<sup>1)2)</sup>では、コンクリートの凝結速度が急増する時間（貫入抵抗値 = 70～170psi）と打重ねによる強度低下が始まる時間が一致すると報告されており、本研究とは異なる結果となった。これは、上層コンクリートの打設時に下層コンクリートまで突き棒を貫入させたか否かの違いであり、本研究においては突き棒が下層コンクリートまで貫入しないように上層コンクリートを打重ねたことから、下層コンクリート上に堆積したレイトランスが乱されず、下層コンクリートと上層コンクリートが一体化しなかったものと考えられる。これにより、打重ね面の突固め方法の違いにより強度比が低下する時期も異なり、下層まで突固めを行わない場合は、示方書に定められた 2 時間以内でも強度比の低下が見られることが分かった。

<シリーズ 2> 打重ね面の処理に関する研究

処理を行った供試体の曲げ強度比の結果を図 2 に示す。モルタルおよびペーストを敷均すことで曲げ強度比は改善され、更に突き棒による突固めを行うことにより、その効果は大きくなった。しかし、材料の違いによる影響は顕著ではなかった。ブリーディング水の除去処理は、処理直後に打重ねを行うと曲げ強度比は大きくなったが、処理後に時間を空けて打重ねを行うとその効果は無かった。突き棒およびバイブレータで再振動を与える処理では、打重ねまで 1 時間間隔で行う場合が最も曲げ強度比が高くなったが、過振による材料分離が認められたため、4.5 時間までの打重ね直前に 1 度だけ処理を行うことが望ましいと考えられる。

4. まとめ

- 1) 上層コンクリートを打ち重ねる際に下層コンクリートまで突き棒を貫入させて突固めない場合、早い段階（プロクター貫入抵抗値が非常に小さい時点）で打重ねを行っても、曲げ強度比は低下する。
- 2) 本研究で行った打重ね面の各処理方法において、曲げ強度比が改善された。とくに、各処理を行った上でさらに突き棒にて突固めることでその効果は大きくなった。

本研究では、上層コンクリートを打ち重ねる際に下層コンクリートまで突固めない供試体について検討を行ったが、下層まで突固めた供試体との比較検討も必要であると思われる。

なお本研究は、土木学会コールドジョイント問題小委員会 WG2 の活動の一環として行ったものである。

<参考文献>

1) 十河茂幸：講座 特殊な材料を用いたコンクリート（その 8） - 3 遅延剤と超遅延剤，コンクリート工学，Vol.24，No.5，pp.76-84，1986.5  
 2) 十河茂幸，三浦律彦：コールドジョイントの防止対策とその判定法，セメント・コンクリート，No.448，pp.8-19，1984.1

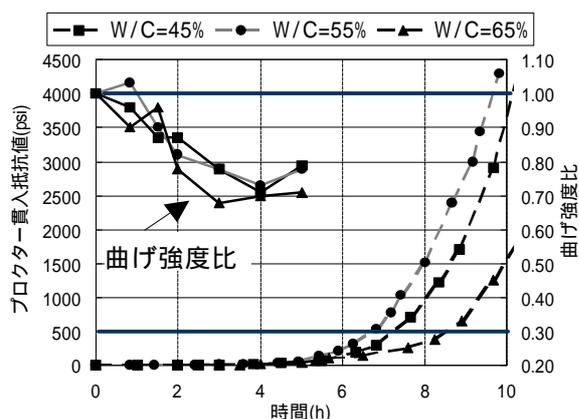


図 1 プロクター貫入抵抗値と曲げ強度比の関係

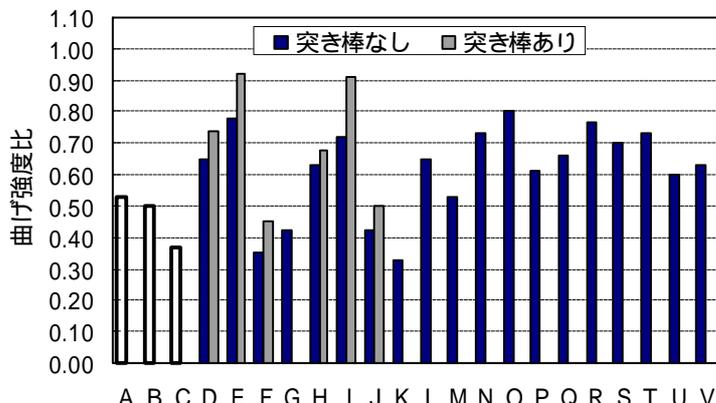


図 2 各処理を施した打重ねコンクリートの曲げ強度比