

コンクリートの中性化及び塩分浸透に与えるコールドジョイントの影響

九州大学大学院 学生会員 ○相原康平
九州大学大学院 正会員 陶 佳宏
九州大学大学院 学生会員 脇坂英男

九州大学大学院 フェロー 松下博通
九州大学大学院 古賀源象

1. はじめに

コンクリートの打込みにおいて、打重ねが不完全な場合に生じるコールドジョイントは耐荷性能や耐久性、美観等に影響を及ぼすことが懸念される。そこで、コールドジョイントの性能に関する研究が行われているが、その大半が耐荷性能に関する研究で、耐久性に関する研究例は少ない。本研究では、故意にコールドジョイントを設けた供試体を用いて促進中性化試験及び塩水噴霧試験を行い、コンクリートの耐久性に及ぼすコールドジョイントの影響について検討した。

2. 実験概要

表 - 1 コンクリートの配合表

2.1 配合及び供試体

セメントは普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm^3)、細骨材は海砂(密度 2.58g/cm^3 、吸水率 1.60% 、粗粒率 2.67)、粗骨

W / C (%)	s / a (%)	単位量(kg/m^3)			
		W	C	S	G
55	44	175	318	777	1115

材は碎石(密度 2.91g/cm^3 、吸水率 0.70% 、最大寸法 20mm)を用いた。配合は表 - 1 に示すように、水セメント比 55% 、コンクリートの練り上がり温度を 20°C とし、混和剤にリグニンスルホン酸系 AE 減水剤、アルキルアリルスルホン酸系空気連行剤を使用し、スランプ $12 \pm 2.5\text{cm}$ 、空気量 $4.0 \pm 1.0\%$ となるように調節した。

供試体は $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ の角柱供試体を使用した。供試体作製に当たっては、下層コンクリートの表面処理は一切行わず、所定の打重ね間隔(プロクター貫入抵抗値が 0.015 、 0.04 、 0.07 、 3.5N/mm^2 に達した時で、本実験では 0.5 、 2 、 4.5 、 7.8 時間後)で上層コンクリートを打ち重ねた。各層 2 層に分け 10 回ずつ突き棒で突き固め、型枠を木槌で数回叩いた。上層コンクリートの突固めの際は、下層まで突き棒を貫入させなかった。コンクリート打込後 20°C の室内で 24 時間放置した後脱型し、 20°C で水中養生を行った。供試体は各要因につき 2 体作製した。

2.2 実験方法

(1) 促進中性化試験

コンクリート打設後、材齢 7 日まで水中養生を行い、促進中性化試験を開始した。二酸化炭素濃度 15% 、温度 30°C 、湿度 60% の環境で 2 週間中性化の促進を行い、促進終了後供試体を直ちに割裂し、割裂面に 1% フェノールフタレインエタノール溶液を噴霧して赤変しない部分を中性化領域として測定した。打重ね部の中性化深さは、1 体の供試体につき 2 箇所(割裂面左右の最大となる位置)測定し、2 体の供試体の測定値を平均した。健全部の中性化深さは、打重ね面から ± 5 、 10cm の位置を測定し平均した値とした。この際、測定位置に粗骨材が存在した場合は、粗骨材の影響がない位置で測定を行った。

(2) 塩水噴霧試験

コンクリート打設後、材齢 7 日まで水中養生を行い、塩水噴霧試験を開始した。試験環境は塩水温度 30°C 、乾燥温度 30°C 、塩水濃度 3% で、塩水噴霧 12 時間、乾燥 12 時間を 1 サイクルとし、これを 20 サイクル行った。噴霧終了後供試体を割裂し、割裂面に 0.1N 硝酸銀溶液を噴霧して白色に変化した部分を塩分浸透領域として測定した。測定方法は、促進中性化試験と同様である。

3. 実験結果及び考察

打重ね時間間隔と一体供試体との曲げ強度比の関係を図 - 1 に示す。一体供試体の曲げ強度は 5.49N/mm^2

キーワード：打重ね、コールドジョイント、中性化深さ比、塩分浸透深さ比

〒812-8581 福岡県福岡市東区箱崎 6-10-1 (九州大学大学院工学府 建設システム工学専攻) TEL092-642-3271

であった。曲げ強度比は、打重ね時間間隔が長くなるにつれて低下している。表 - 2 に各供試体の健全部と打重ね部の中性化深さ及び塩分浸透深さの測定結果を示す。中性化深さ、塩分浸透深さに共に打重ね部で大きくなっている。次に、打重ね時間間隔と中性化深さ比(打重ね部の中性化深さ / 健全部の中性化深さ)の関係を図 - 2 に、打重ね時間間隔と塩分浸透深さ比(打重ね部の浸透深さ / 健全部の浸透深さ)の関係を図 - 3 に示す。打重ね時間間隔が長くなるにつれて打重ね部の中性化は進んでいるのが分かる。既往の研究では、コールドジョイントを発生させるプロクター貫入抵抗値は $0.07 \sim 1.05 \text{ N/mm}^2$ の間に存在するとある¹⁾が、今回の実験では 0.04 N/mm^2 で打ち重ねた供試体の中性化深さが健全部の約 2 倍となっている。一体供試体との曲げ強度比も 0.72 まで低下していることから、すでにコールドジョイントが発生していると考えられる。一方、 0.015 N/mm^2 で打ち重ねた供試体の中性化深さ比、塩分浸透深さ比はともにほぼ 1 であった。このことから、曲げ強度比が 0.8 程度まで低下しても十分な耐久性能を確保できると考えられる。また、塩分浸透深さに関しては、健全部と比較して打重ね部が大きくなっている(1.3 ~ 1.4 倍)が、打重ね間隔が 2 時間を越えたあたりから、打重ね間隔に関係なくほぼ一定となった。このことから、塩分浸透に関しては中性化と違い打重ねの影響が小さいと考えられる。このような結果となった要因として、打重ねによる欠陥部では健全部と比較して透気性が著しく大きくなるが、透水性に与える影響は小さいことが推測できる。

4. 結論

- ・打重ね間隔が長くなるにつれて曲げ強度比は低下し、打重ね部の中性化深さは大きくなる傾向があるのに対して、塩分浸透深さに対する打重ね間隔の影響は小さいものであった。
- ・一体供試体との曲げ強度比が打重ねにより 2 割程度低下しても、コンクリートの中性化に対する影響が小さいので、十分な締固めを行わない場合に中性化に対する安全性を考えたとき、打重ね間隔はプロクター貫入抵抗値が 0.015 N/mm^2 (約 30 分)以下とすることが望ましい。
- ・中性化深さは、打重ね面付近において進行が大きくなっており、始発時間で打ち重ねた供試体では一体供試体のおよそ 3 倍であった。コンクリート標準示方書(施工編)では W/C が 50%以下の場合、一般に中性化に関する照査を行わないでよいことになっているが、打重ね不良部が発生した場合には十分に注意が必要であると思われる。

[参考文献]

- 1)土木学会：コンクリート構造物におけるコールドジョイント問題と対策、コンクリートライブラリー103、p.8

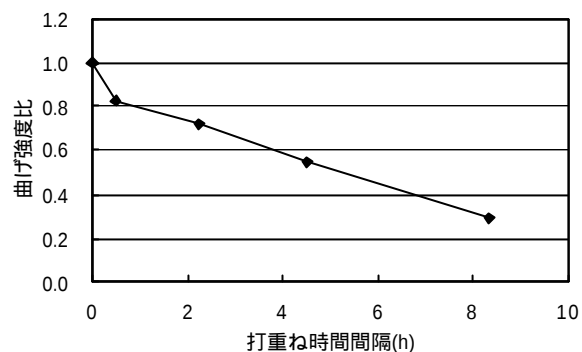


図 - 1 曲げ強度試験結果

表 - 2 中性化深さ及び塩分浸透深さ

打重ね間隔 (N/mm^2)	中性化深さ(mm)		塩分浸透深さ(mm)	
	健全部	打重ね部	健全部	打重ね部
0	5.05	-	12.40	-
0.015	5.76	6.71	12.47	15.12
0.04	5.31	10.77	12.74	18.28
0.07	5.23	13.56	13.49	18.41
3.5	5.10	16.67	13.59	18.11

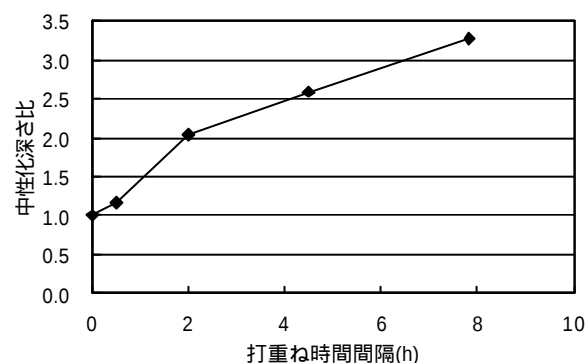


図 - 2 促進中性化試験結果

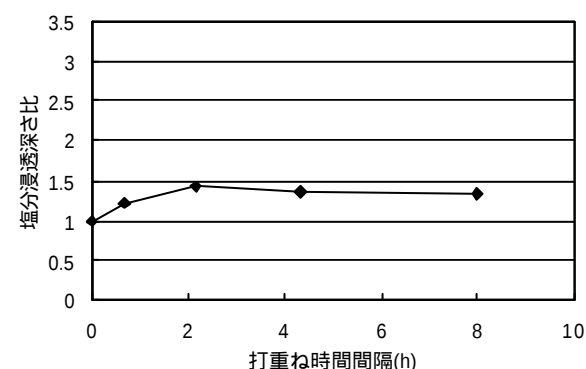


図 - 3 塩水噴霧試験結果