

コールドジョイントの発生機構と目視による照査手法に関する実験的研究

東京理科大学 学生員 佐々木 憲明 東京理科大学 正会員 辻 正哲
 東京理科大学 正会員 佐藤 幸恵 東京理科大学 学生員 三田 勝也
 ものつくり大学 正会員 澤本 武博 東京理科大学 学生員 河野 竜之

1 はじめに

1970年代後半に入り、コンクリート構造物の早期劣化が顕在化し、大きな社会問題へと発展していった。コンクリート構造物の劣化には、中性化や塩害等様々な要因が考えられるが、その中でも最も多い要因が『施工』に起因するものと報告されている。1999年6月に発生した山陽新幹線福岡トンネル内のコンクリート塊剥落事故においても、コールドジョイントとひび割れの複合劣化が原因であると推察されている。そのため、土木学会では平成12年に『コンクリート構造物のコールドジョイント問題と対策』として指針を取りまとめている。しかし、コールドジョイントのような弱い打重ね継目の発生のしやすさは、一般に凝結試験によって判定されており、コンクリートのこわばりやブリーディングなどによる影響は明らかになっていない。また、コールドジョイントに関する既往の研究では、強度特性に関する検討は数多くなされているが、耐久性能に関する検討は未だ少ないのが現状である。

本研究は、打重ね時間間隔、ブリーディング水の処理の有無および締固め方法が、打重ね継目部の塩分浸透性に及ぼす影響について実験的に検討を行った。そして、継目の目視試験結果と塩分浸透性との関係についても併せて検討した。

2 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用したセメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ）であり、骨材には鬼怒川産川砂（表乾密度 2.58g/cm^3 ）および山梨産砕石（最大寸法 20mm、表乾密度 2.71g/cm^3 ）を用いた。また、混和剤には AE 減水剤および AE 助剤を用いた。コンクリートの配合は、水

セメント比が 55%、スランプが $12 \pm 2.5\text{cm}$ 、空気量が $4.5 \pm 1.5\%$ となるように選定した。

2.2 供試体形状および打込み方法

実験に用いた供試体は、 $150 \times 300\text{mm}$ の円柱供試体であり、型枠には、サミットモールドを使用した。全ての供試体でコンクリートを 2 層に分けて打ち込むこととし、供試体中央部（高さ 150mm の位置）に打重ね継目を設けた。なお、打重ね時間間隔は、現行の土木学会コンクリート標準示方書 [施工編] における許容打重ね時間間隔に関する記載を参考に、10分、30分、60分、90分、120分および 180分の 6 通りとした。

打重ね方法は、表 - 1 に示す通りである。また、CaseD ~ F におけるブリーディング水の除去は、上層コンクリートを打ち込む直前にスポイトおよびペーパータオルを用いて行った。

2.3 試験方法

(1) 目視試験

気中養生後、供試体からおおよそ 1m 離れた場所からの目視および写真画像の目視判別によって継目に対する評価を行った。

(2) 塩分浸透性試験

気中養生後の供試体を、NaCl 濃度 10% の塩水に 28 日間浸漬させた後、鉛直方向に割裂し、その後直ちに 0.1mol/l の硝酸銀水溶液を噴霧し、白く呈色した部分のコンクリート表面からの距離を塩分浸透深さとした。なお、測定は 10mm 間隔で行い、中央部から上下 20mm の間で最も大きい塩分浸透深さを継目部の塩分浸透深さとし、それ以外の箇所の平均を継目部以外の塩分浸透深さとした。また、同一打重ね時間間隔および打重ね方法

表 - 1 打込み締固め方法

打込み締固め方法	ブリーディング処理	再振動締固め	内部振動機による締固め方法
CaseA	なし	なし	上層打込み後、上層のみ挿入
CaseB	なし	なし	上層打込み後、下層まで挿入
CaseC	なし	上層打込み直前に下層を再振動締固め	上層打込み後、下層まで挿入
CaseD	あり	なし	上層打込み後、上層のみ挿入
CaseE	あり	なし	上層打込み後、下層まで挿入
CaseF	あり	上層打込み直前に下層を再振動締固め	上層打込み後、下層まで挿入

キーワード コンクリート、コールドジョイント、ブリーディング、締固め、塩分浸透

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL 04-7124-1501 (内線 4054) E-mail : saori@rs.noda.tus.ac.jp

表 - 2 目視評価

打込み締め方法	打重ね時間間隔(分)					
	10	30	60	90	120	180
CaseA	1	2	3	3	4	4
CaseB	1	2	2	3	3	4
CaseC	1	2	3	3	3	3
CaseD	1	3	3	3	4	4
CaseE	1	2	2	2	3	4
CaseF	1	2	2	2	3	4

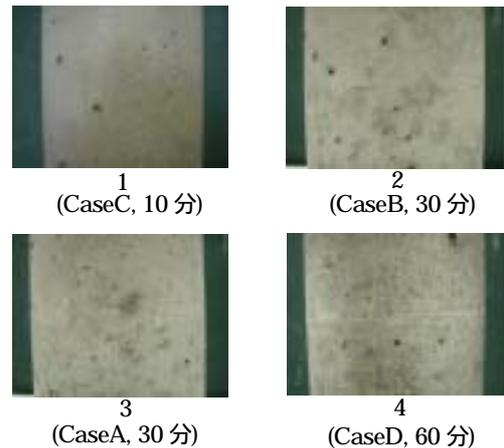


図 - 1 目視評価例

表 - 3 目視評価と塩分浸透性の関係

目視試験の評価	塩分浸透深さ比 (継目部/健全部)
1	0.95
2	1.32
3	1.60
4	2.14

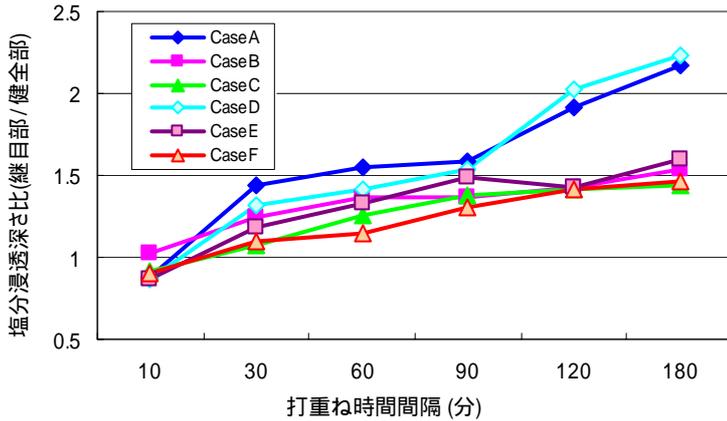


図 - 2 塩分浸透深さ比(継目部/健全部)と打重ね時間間隔の関係

の供試体本数は2体とした。

3 実験結果および考察

表 - 2 は、目視による継目の見え方の程度を4段階評価で表した一覽である。ここに、評価1は継目が全く確認できないもの、評価2は継目が部分的に確認できるもの、評価3は継目が直線的に確認できるもの、評価4は継目が直線的かつ帯状になっているものとし、その代表的な例は図 - 1 に示す通りである。再振動を行った場合には、120分まではブリーディング水を除去する CaseFの方が評価が低くなる傾向にあるが、180分では CaseCで評価3、CaseFで評価4となり、ブリーディング水を除去しない CaseCの方が評価が低くなる結果となった。

図 - 2 は、継目部における塩分浸透深さの健全部に対する比を示したものである。打重ね時間間隔が短い場合、いずれの打重ね方法においても、ブリーディング処理を行わなかったものに比べ、処理を行ったものの方が塩分浸透深さ比が小さくなる結果となった。しかし、打重ね時間間隔が長くなると、ブリーディング処理による塩分浸透深さ比が逆転する結果となった。コンクリートに流動性がある間は、ブリーディング処理は有効である。しかし、打重ね時間間隔が長くなると、下層コンクリートの流動性が大きく低下してしまうため、打重ね面に水が存在している方が、上下層の一体化には有効となる一方、レタンスが打重ね面に堆積するため、その効果はほん

のわずかであったと考えられる。

表 - 3 は、目視試験による4段階評価結果と塩分浸透深さの健全部に対する継目部の比との関係を表したものである。この表により、塩分浸透深さは、部分的な継目であっても、継目以外の部分に比べ1.3倍程度となり、継目が容易に確認できる段階となると、2倍以上にまで増大している。

4 まとめ

打重ね時間間隔が短く、下層コンクリートにこわばりが生じていない範囲では、ブリーディング水を除去し継目部を締め固めることが有効である。しかし、打重ね時間間隔が長くなり、先に打ち込まれたコンクリートの流動性が低下してしまった場合には、打重ね面に水が存在している状態で締め固める方が、コールドジョイント部における品質低下の抑制に効果的である。また、継目の目視評価と塩分浸透性に関係が見られたことから、目視試験結果を用いて、継目部の塩分浸透深さを推定することにより、補修の必要性に対する照査を行える可能性が示された。

参考文献

- 1) 澤本 武博, 飛内 圭之, 永瀬 裕司, 辻 正哲: コールドジョイントの発生に及ぼすブリーディングおよび締め固めの影響, 日本材料学会第55期学術講演会講演論文集, pp.299-300, 2006年5月