

打込み締固めおよび打重ね方法がかぶりコンクリートの塩分浸透性に及ぼす影響

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
 ものつくり大学 正会員 澤本 武博 東京理科大学 学生員 林 俊斉
 東京理科大学 学生員 櫻井 敦史 東京理科大学 岩田 将志

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物において、かぶりは鉄筋の腐食に対する保護等重要な役割を果たすものである。しかし、かぶりは断面が小さいことやスペーサーが配置されていることなどにより、かぶりに直接コンクリートを打ち込み、内部振動機を挿入して締め固めることは困難である。そのため、かぶりコンクリートの品質は、直接打ち込み締め固めた供試体における品質とは異なっている可能性がある。また、かぶりに内部振動機を直接挿入できない施工条件において打重ねが生じた場合、かぶり部分のコンクリートの締め固めおよび再振動が不十分となり、打重ね継目が発生しやすくなるだけでなく、その耐久性に更なる悪影響を及ぼす恐れがあると考えられる。

本研究では、かぶりコンクリートの打込み締め固めおよび打重ね方法の相違が、打重ね継目の発生状況および塩分浸透性に及ぼす影響について検討した。

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、図-1 に示した $150 \times 400 \times 600\text{mm}$ の角柱であり、供試体中央部（高さ 300mm の位置）に打重ね継目を設けた。鉄筋はかぶりが 100mm となるよう配置し、鉛直方向鉄筋には D10 を、

水平方向鉄筋には D6 を用い、鉄筋の鉛直あきを 40mm ，水平あきを 60mm とした。

コンクリートの打込み締め固め方法は、昨年度のかぶりおよびコールドジョイントの研究¹⁾をもとに、表-1 に示す 5 通りとした。また、打重ね方法は、いずれの場合も下層コンクリートを打ち込み、

所定の時間経過後、ブリーディング水の除去を行わずに上層コンクリートを打ち込む方法とした。また、Case E では、上層コンクリートを打ち込む直前に型枠振動機による再振動で、こわばりかけている下層コンクリートを流動化した。なお、打重ね時間間隔は、10、30、60 および 120 分の 4 段階とし、コンクリートの打込みは 20℃ の環境下で行い、材齢 28 日まで気中養生を行った。

2.3 試験方法

(1) 目視試験

気中養生終了後、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

塩水浸漬方法は、NaCl 濃度 10% の塩水中に、図-1 に示した角柱供試体を 28 日間浸漬させる方法とした。かぶりコンクリートの塩分浸透深さは、供試体からかぶりのみを乾式では取り取り、そのかぶりを鉛直方向に割裂し、さらに高さ約 100mm 間隔で水平方向に割

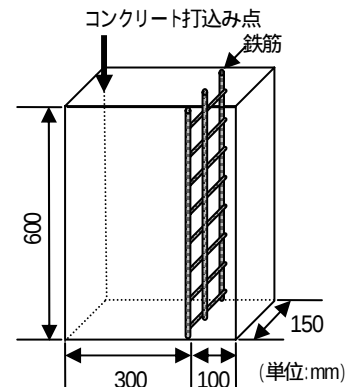


図-1 供試体の形状

表-1 打込み締め固め方法

		かぶりの 打込み締め固め方法	
Case A	内部だけに打ち込んだコンクリートを、内部振動機で横移動させ、かぶりを充填する方法。	横移動	締め固め無し
Case B	内部およびかぶり部にも直接コンクリートを打ち込み、型枠振動機で 4 側面より順次締め固める方法。	直接	型枠振動機
Case C	Case A と同様の方法でかぶり部を充填した後、かぶりを内部振動機で直接締め固める方法。	横移動	内部振動機
Case D	Case B と同様の方法でコンクリートを打ち込み、内部振動機で内部およびかぶり部を直接締め固める方法。	直接	内部振動機
Case E	下層・上層ともに Case A と同様の方法でかぶり部を充填する。打重ね直前に、下層コンクリートの上面を型枠振動機により再振動で軟らかくし、直ちに上層コンクリートを打込む。最後に、各層の打込み完了から 2 時間後に、型枠振動機による再振動をそれぞれ 30 秒間行う。	横移動	型枠振動機 による再振 動締め固め

キーワード コンクリート，かぶり，横移動，打重ね，継目

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 目視による継目の評価

打込み締固め 方法	供試体 番号	打重ね時間間隔(分)			
		10	30	60	120
Case A		1	2	4	5
		1	1	3	4
Case B		1	2	4	5
		1	2	4	5
Case C		1	2	3	5
		1	1	3	3
Case D		1	2	3	5
		1	1	3	5
Case E		1	1	3	5
		1	1	2	4

1 確認できない ⇄ 5 確認できる

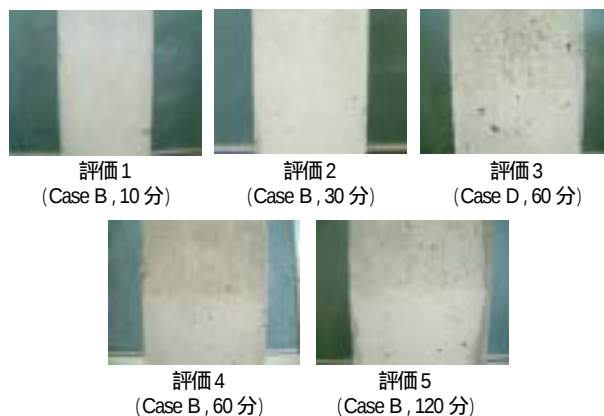


図-2 評価別による継目部外観の代表例

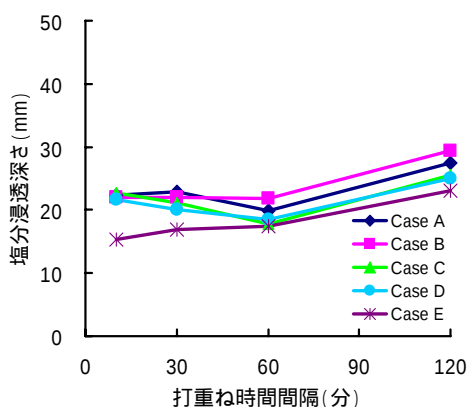


図-3 継目以外の部分での塩分浸透深さ

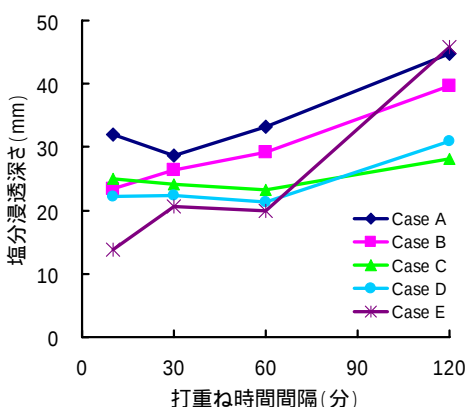


図-4 継目部分での塩分浸透深さ

表-3 継目の見え方と塩分浸透深さの関係

目視試験 の評価	塩分浸透深さ比 (継目部/健全部)
1	1.15
2	1.17
3	1.18
4	1.51
5	1.50

裂し、その後直ちに 0.1mol/l の硝酸銀水溶液を噴霧することにより、白く呈色した部分のコンクリート表面からの距離として求めた。また、継目部においても同様の方法で塩分浸透深さを求めた。

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 5 段階評価で表した一覧である。ここに、評価 1 は継目が確認できないもの、評価 2 および 3 は継目が部分的に確認できるもの、評価 4 および 5 は継目が直線的に確認できるものとし、その代表的な例は図-2 に示す通りである。また、図-3 および図-4 は、それぞれ継目以外の部分および継目部分の塩分浸透深さを示したものである。

継目以外の部分における塩分浸透深さは、かぶり部に全く締固めを行わなかった Case A で最も大きく、型枠振動機による締固めを行うとそれよりも若干低下し、内部振動機により直接締め固めるとさらに小さくなり、再振動締固めを行った場合が最も小さくなる傾向にあった。

一方、継目部分においても、打重ね時間間隔が 60 分程度までは継目部とよく似た傾向を示したものの、打重ね時間間隔が 120 分となると、型枠振動機のみでは下層コンクリート表面のこわばりを流動化できず、かぶりに直接内部振動機を挿入した場合よりも塩分浸透深さは大きくなるようである。

表-3 は、目視試験による 5 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。塩分浸透深さは、目視によって継目が確認できない場合であっても、継目以外の部分に比べ 1.15 倍となり、継目が容易に確認できる段階となると、1.5 倍程度にまで増大している。

4. まとめ

現行の土木学会コンクリート標準示方書では、外部からの塩分の浸透に対し、一体として打ち込み締め固められたコンクリートの拡散係数を用いる方法が採用されているが、耐久性上重要となるかぶりコンクリートの品質の評価に当たっては、目視検査によってコールドジョイントが確認されない場合でも、打重ね継目部に対しての補正を行う必要がある可能性がある。また、コールドジョイントが発生している場合には、目視による評価によって塩分浸透深さを割り増すことによって再照査できる可能性があることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 澤本武博，辻正哲，林俊斉，櫻井敦史：かぶりコンクリートの品質に及ぼす打込み締固め方法の影響，第 32 回セメント・コンクリート研究討論会論文報告集，pp.17-22（2005）