

コンクリートの打込み締固め方法がかぶりの品質に及ぼす影響

東京理科大学 学生員 ○櫻井 敦史 東京理科大学 正会員 辻 正哲
 東京理科大学 学生員 長谷 篤 東京理科大学 学生員 米田 奈緒
 東京理科大学 学生員 佐々木 憲明 ものつくり大学 正会員 澤本 武博

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物においてかぶりは、構造物外部からの腐食性物質の浸透による鉄筋の腐食に対する保護の面で、重要な役割を果たすものである。しかし、通常かぶりに直接コンクリートを打ち込み、直接内部振動機を挿入して締め固めることは困難であり、内部に打ち込まれたコンクリートを内部振動機で締め固める際に、横移動させられたコンクリートでかぶり部まで充填されることが多いと考えられる。このような場合、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、そのような状況下でコンクリートの打重ねが生じた場合、かぶりコンクリートの打重ね継目部の耐久性は、低下することが予想される。

本研究では、鉄筋間の通過を伴うコンクリートの横移動が行われた場合におけるかぶりコンクリートの材料分離の程度および塩分浸透性に加え、それらに及ぼす打重ねの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 供試体の形状および寸法

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、鉄筋はかぶりが 100mm となるように図中の③と④の間に配置した。なお、鉛直方向鉄筋には D10 を、水平方向鉄筋には D6 を用いた。

2.3 横移動に伴う材料分離に関する実験

コンクリートの打込み締固め方法は、図-1 に示す①の部分

に高さ約 300mm までコンクリートを打ち込み、約 15 秒間内部振動機によって④のかぶり部まで横送りし、その後①の型枠上面までコンクリートを打ち込み、 10 秒間内部振動機によって④まで横送りする操作を $5 \sim 6$ 回繰り返す方法（表-1 に示す Case A）とした。材料分離に対する評価方法は、コンクリートの打込み完了後直ちに、図-1 に示した①～④のそれぞれの部分から代表的な 70 のコンクリートを採取し、その中に含まれている粗骨材量を用いた。

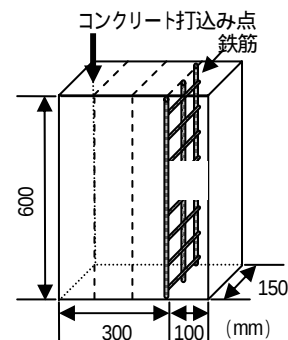


図-1 供試体の形状

2.4 打重ねに関する実験

コンクリートの打込み締固め方法は、表-1 に示す 5 通りとし、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、所定の時間経過した後、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。なお、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。また、打重ね時間間隔は、 0 ， 10 ， 30 ， 60 および 120 分の 5 段階とし、鉄筋のあきは、鉛直あき 40mm ，水平あき 60mm の 1 種類のみとした。コンクリートの打込みは 20°C の環境下で行い、材齢 28 日まで気中養生を行った。

(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、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

表-1 打込み締固め方法

		かぶりの 打込み締固め方法	
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 動締固め

キーワード コンクリート，かぶり，横移動，材料分離，塩分浸透性

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

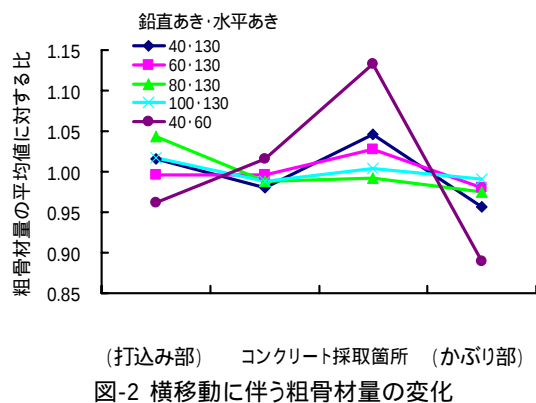


表-2 目視試験結果一覧

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

1 5
確認できない ⇔ 確認できる

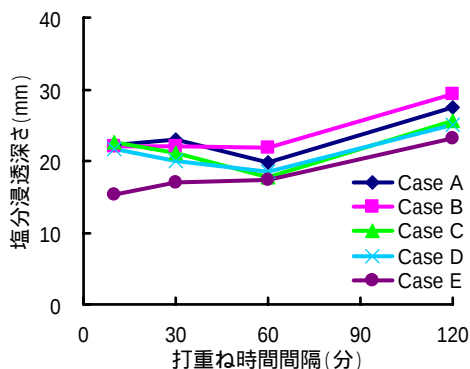


図-3 継目以外の部分(健全部)での塩分浸透深さ

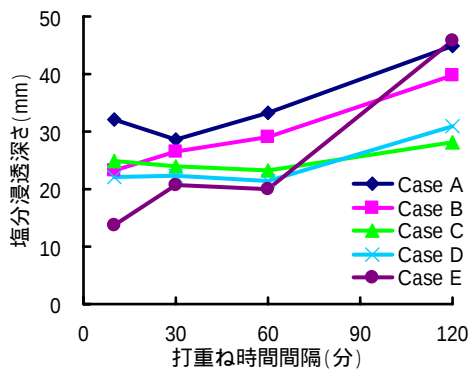


図-4 継目部分での塩分浸透深さ

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

部分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

3.1 材料分離試験結果

図-2 は、供試体中の粗骨材量の分布を示したものである。なお、図中の縦軸は、①～④の粗骨材量の平均値（コンクリート 70 中で 7.45～7.50kg）に対する比を示したものである。コンクリートを横移動させることで、鉄筋間を通過する前後すなわち③と④における粗骨材量に差が見られ、鉄筋のあきが小さくなるほどその差が大きくなる傾向にあった。

3.2 目視試験および塩分浸透性試験結果

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。ここで、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た。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いては、横移動のみによってかぶりに充填させた Case A および型枠振動機による締固めを行った Case B の塩分浸透深さが大きくなる結果となった。しかし、各層打込み 2 時間後に再振動締固めを行った Case E では、かぶりにも直接コンクリートを打ち込み、内部振動機で締め固めた Case D よりも塩分浸透深さが小さくなっており、型枠振動機による再振動は、やむを得ず横移動を行った場合における耐久性の改善方法となる可能性が示された。

一方、継目部における塩分浸透深さでは、Case A とかぶ

りに直接打ち込んだ Case D との差は健全部よりも顕著に見られ、横移動による影響が大きく反映していると考えられる。また、Case E においては、打重ね時間間隔が 60 分までは、継目部を再振動することにより上下層の一体化が見られ、塩分浸透深さも小さくなる結果となった。しかし、打重ね時間間隔が 120 分となると、型枠振動機による再振動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、Case A の場合と同程度まで増大したと考えられる。

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。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塩分浸透深さは 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 倍程度にまで増大する結果となった。

4. まとめ

鉄筋コンクリート構造物の耐久性上重要なかぶりに発生する打重ね継目は、塩分浸透性を大きくする。そして、その塩分浸透性の増大の程度は、打重ね継目の目視検査の判別結果に基づき、塩分浸透深さを割り増すことによって評価できる可能性がある。例えば、かぶりが内部に打ち込まれたコンクリートから、内部振動機を用いた横移動により打ち込み締め固められた場合、目視によって継目が確認できない時でも継目以外の部分の塩分浸透深さの 1.15 倍に、継目が容易に確認できる時は 1.5 倍程度にまで割り増すことにより評価できると考えられる。また、その評価方法を利用することによって、目視検査の結果、継目が確認された場合には、塩分浸透深さを再度推定し直すことによって、補修の必要性を判断できる可能性が高いことが示された。