

配筋および締固め方法がかぶりコンクリートの品質に及ぼす影響に関する研究

東京理科大学 学生員 ○林 俊斉 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 永島 裕太

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物においてかぶりは、外部からの腐食性物質の浸透による鉄筋腐食に対する保護等でも、重要な役割を果たすものである。しかし、土木学会コンクリート標準示方書〔施工編〕において「打ち込んだコンクリートは、型枠内で横移動させてはならない」と規定されているにも拘らず、かぶりコンクリートのほとんど全てあるいは多くは、内部に打ち込まれたコンクリートが内部振動機で締め固められる際に横送りされて鉄筋間を通過し、材料分離が生じたコンクリートで構成されていると考えられる。

本研究では、かぶりに行き渡るまでに通過する配筋および締固め方法の相違が、かぶりコンクリートの品質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 2.59g/cm^3 ）および山梨産砕石（表乾密度 2.72g/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ち込み方法

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、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。鉛直方向鉄筋にはD10を、水平方向鉄筋にはD6を用い、表-1に示した組合せで鉄筋のあきを変化させた。

2.3 試験方法

(1) 材料分離試験

コンクリートの打ち込み締固め方法は、図-1に示した①の部分に高さ約 30cm 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

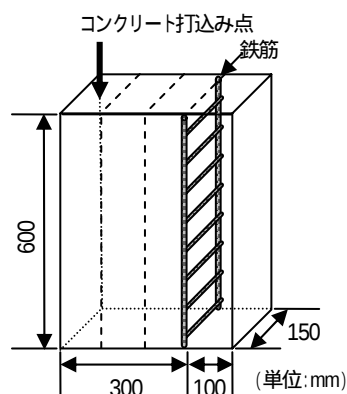


図-1 供試体の形状

作を5～6回繰り返す方法（Case A）とした。また、材料分離に対しては、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て評価する方法とした。

(2) 強度試験

コンクリートの打ち込み締固め方法は、表-2に示した通りであり、Case Aの他、①～④の所に直接コンクリートを2層に分けて打ち込み、各層打ち込み後に①～④のそれぞれの中心部に内部振動機を挿入し10秒間ずつ締め固める方法のCase BおよびCase Aによる締め固め後2時間経過した時点で、図-1に示した右側の型枠の下から高さ方向1/6、3/6および5/6の位置に順次型枠振動機を押し付け再振動を加える方法のCase Cとした。この強度分布を調べる試験は、鉛直あきが 40mm 、水平あきが 60mm の1種類のみについて行った。なお、いずれの打ち込み締固め方法においても供試体数は3体とし、合計9体作製した。強度試験方法は、JIS A 1155〔コンクリートの反発度の測定方法〕に準じてかぶりコンクリートの反発度を測定した後、JIS A 1107〔コンクリートからのコア及びはりの切取り方法並びに強度試験方法〕に準じてかぶりの下端からコア（ $\phi 100 \times 150\text{mm}$ ）の中心が供試体底面から100、300および 500mm となる3ヶ所からコア供試体を採取し、圧縮強度試験を行った。

(3) 塩分浸透性試験

コンクリートの打ち込み締固め方法および配筋条件は、(2)の強度試験と同じである。なお、いずれの打ち込み締固め方法においても供試体数を2体とし、合計6体作製した。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の測定では、

表-1 配筋方法

鉛直あき(mm)	40	60	80	100
水平あき(mm)	60	130		

表-2 打ち込み締固め方法

Case A	かぶり部に内部コンクリートを内部振動機で横送りする方法
Case B	かぶり部に直接コンクリートを打ち込み内部振動機で締め固める方法
Case C	Case Aの打ち込みを行った2時間後に型枠振動機でかぶり部を再振動する方法

キーワード コンクリート、かぶり、横送り、配筋、締固め、材料分離

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

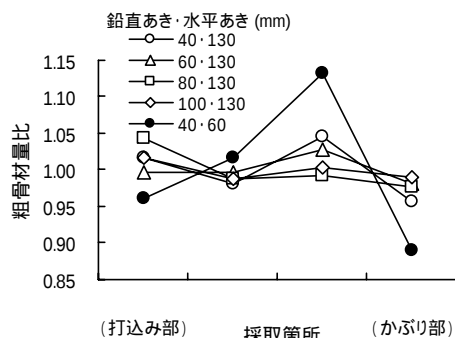


図-2 鉄筋のあきによる粗骨材量の変化

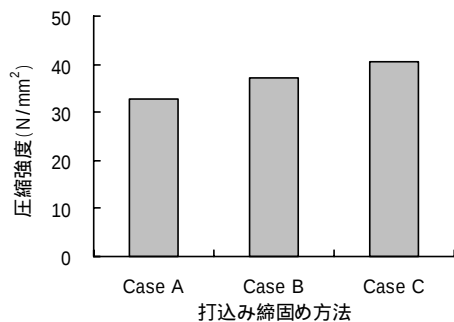


図-4 コア供試体による圧縮強度

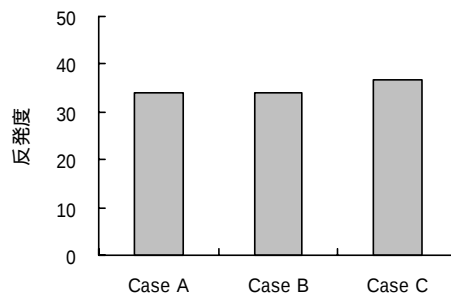


図-3 リバウンドハンマーによる反発度

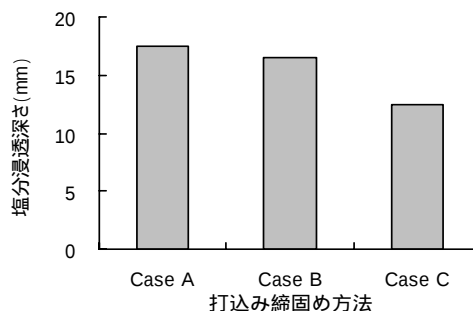


図-5 打込み締固め方法の違いによる塩分浸透深さ

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，さらに高さ方向約100mm間隔で水平方向に割裂した。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を各割裂断面において測定し，それぞれの平均を塩分浸透深さとする方法とした。

3. 実験結果および考察

3.1 材料分離試験結果

図-2は，鉄筋の鉛直あきおよび水平あきが，横送りされたコンクリートの粗骨材量に及ぼす影響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。鉄筋のあきが小さくなるほど，鉄筋間を通過する前後すなわち③と④における粗骨材量の差が大きくなる傾向にあった。

3.2 強度試験結果

図-3は，かぶりにおけるリバウンドハンマーの反発度を示したものである。かぶりに内部コンクリートを横送りしたCase Aと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 Bとでは明瞭な違いは見られなかったが，型枠振動機で再振動を行ったCase Cでは若干反発度が大きくなっていた。これは，再振動によってコンクリート表面が緻密になったことによると考えられる。

一方，コア供試体による圧縮強度は，図-4に示したようにCase A, Case B, Case Cの順に大きくなっていった。このように，横送りによって強度低下が生じた場合であっても型枠振動機で再振動することにより大きく改善されていることから，型枠振動機を用いた再

振動により，コンクリート表面のみならず，ある程度の深さまでかぶりコンクリートを緻密にできると考えられる。

3.3 塩分浸透性試験結果

図-5は，打込み締め固め方法がかぶりコンクリートの塩分浸透深さに及ぼす影響を示したものである。かぶりに内部コンクリートを横送りしたCase Aの塩分浸透深さの方が，かぶり部に直接コンクリートを打ち込み締め固めたCase Bより大きくなっていった。しかし，かぶりに内部コンクリートが横送りされた場合であっても，Case Cすなわち型枠振動機でかぶり部を再振動すると，かぶりに直接コンクリートを打ち込み締め固めた場合よりも塩分浸透深さが小さくなった。これは，型枠振動機で再振動することによって，コンクリートが緻密になり，塩分が浸透しにくくなったことによると考えられる。

4. まとめ

かぶりに内部コンクリートを横送りした場合，鉄筋のあきが小さくなるほど通過する鉄筋の前後に置いて粗骨材量の変化が大きくなり，かぶりコンクリートにおける単位粗骨材量は小さくなる傾向にあった。また，かぶりに直接コンクリートを打ち込み内部振動機で締め固めることができない場合であっても，型枠振動機によってかぶりコンクリートを再振動する方法により強度および塩分浸透性を大きく改善できることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 辻正哲，伊藤幸広，松浦誠司：かぶり部コンクリートの塩分浸透性に関する実験的研究，第46回セメント技術講演集，556(1992)