

振動締固めにより充填されたかぶりコンクリートの品質変動に関する研究

東急建設株式会社 正会員 ○早川 健司
 東京大学生産技術研究所 正会員 加藤 佳孝

1. はじめに

コンクリート構造物の耐久性に対してはかぶりコンクリートの品質が特に重要となるが、構造体かぶりコンクリートの品質は打設や締固めなどの施工方法によって異なることが知られている。また、これらの影響はスランプに代表されるコンクリート性能に応じて異なると考えられる。このため、構造体かぶりコンクリートの品質を確保するためには、実構造物において直接耐久性指標を確認することが有効だと考えられるが、一方で標準的な施工によって達成されるかぶりコンクリートの品質変動を把握しておく必要がある。施工によって生ずるかぶりコンクリートの品質変動には、締固め不足、打設や鉄筋間隙の通過や過剰な締固めによって生じる粗骨材の分離、また打設完了後のブリーディングの影響に大別できる。本研究では、振動締固めによってかぶり部に流動、充填される場合のかぶりコンクリート品質に及ぼす配筋、ならびにブリーディングの影響を把握することを目的に実験的な検討を行った。

2. 実験概要

表-1 にコンクリートの配合条件およびフレッシュコンクリートの試験結果、図-1 に供試体概要および試験位置を示す。練り混ぜたコンクリートは、かぶり部には直接打ち込まずに型枠内へ一層で投入し、φ40mm の高周波バイブレータを供試体中心に挿入して振動締固めを行った。

図-2 に、目視によりかぶり部の充填が概ね完了と判断された締固め時間とスランプの関係を示す。スランプが小さく、また鉄筋間隙が小さくなると、充填に要する振動締固め時間が長くなることが分かる。かぶりコンクリートの品質評価は鉄筋あき 35mm の条件で実施し、過剰締固めによる粗骨材分離の影響を排除するため、供試体作製時の各コンクリートの締固め時間は、目視で概ね充填が完了したと判断された時間に 5 秒程度加えた時間 (W155:25 秒, W170 :15 秒, W185 :10 秒, W170V :25 秒) とした。この条件で締固め完了後、供試体は材齢 5 日まで 20℃の室内で封緘養生し、材齢 5 日で脱枠した。その後 20℃, 60%RH の室内に静置し、かぶりコンクリートの評価試験は材齢 91 日程度で実施した。各試験はかぶり部に相当する鉄筋面および無筋面を対象面とし、図-1 に示す位置で、二重チャンバー方式のトレント法²⁾による表面透気係数 KT の測定、また同位置からコアを採取し、圧縮強度ならびに見かけの密度、空隙率 ((表乾質量-炉乾燥後の質量) / 供試体体積) の測定を実施した。

表-1 配合条件およびフレッシュ試験結果

記号	W/C (%)	s/a (%)	W (kg/m ³)	Sl. (cm)	Air (%)	ブリーディング	
						量 (cm ³ /cm ²)	率 (%)
W155	55	48.3	155	7.5	5.4	0.11	2.74
W170	55	46.5	170	12.5	5.0	0.12	2.65
W185	55	44.6	185	19.0	5.1	0.15	3.17
W170V	55	46.5	170	19.0	3.1	0.00	0.00

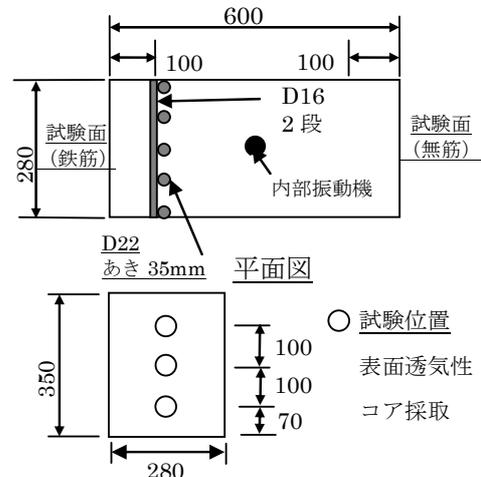


図-1 供試体概要および試験位置

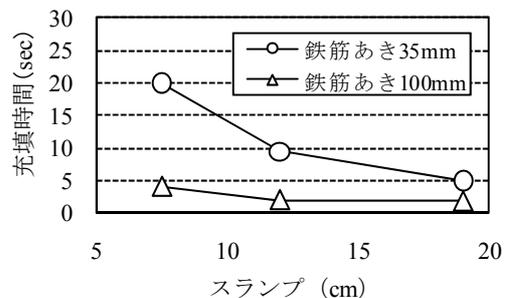


図-2 スランプと充填時間の関係

キーワード かぶりコンクリート, 振動締固め, 間隙通過, ブリーディング, 表面透気係数
 連絡先 〒150-8340 渋谷区渋谷 1-16-14 東急建設株式会社土木技術部 TEL: 03-5466-5280

3. 実験結果

図-3に、供試体高さ h と表面透気係数 KT の関係を示す。表面透気係数は $0.31 \sim 5.8 \times 10^{-16} m^2$ の範囲にあり、供試体上層の表面透気係数は、中、下層と比較すると大きくなる傾向にあった。コンクリートの種類で比較すると、ノンブリーディングのW170Vの上下方向の差が最も小さく、また鉄筋面では単位水量が大きいコンクリートほど、表面透気係数が大きくなる傾向が認められる。一方、無筋面ではノンブリーディングのW170Vを除いて配合による明確な傾向は認められないが、鉄筋面より高さ方向の差が大きい傾向にある。

図-4に供試体高さ h とコア圧縮強度 σ_c の関係を示す。表面透気係数と同様に、圧縮強度は供試体の上部ほど低下する傾向にあった。ただし、表面透気係数と異なり、ブリーディングの大きいW185の上下方向の差はW155, W170よりも小さくなった。この原因としては、ブリーディング試験と供試体とで加圧の状態や排水条件、また打設面へ排出される水分量の相違が供試体内部の水セメント比や粗骨材下面の水隙状態に影響していることが考えられる。

図-5に、供試体高さ h とかぶりコンクリート(表面 $\sim 90mm$)の見かけの密度 ρ_a および空隙率 V_v の関係を示す。見かけの密度は、 $2.25 \sim 2.29 kg/l$ の範囲にあり、上下方向で大きな差異は認められず、締固めに伴う骨材沈降は比較的小さい状態と判断される。表面透気係数と同じように、空隙率は中・下層に比べて上層で大きく、W185の空隙量が大きいなど表面透気係数と同様の傾向を示した。鉄筋面と無筋面で比較すると、図-6に示すように、見かけの密度は鉄筋面で小さく、これは振動締固めによる鉄筋間隙通過に伴う粗骨材量の変化を示していると考えられ、かぶりコンクリートのモルタル量の増加に伴って耐久性指標となる表面透気係数や空隙率が増加しているものと考えられる。

4. まとめ

本実験では、かぶりコンクリートの品質変動に及ぼす鉄筋間隙通過とブリーディングの影響について検討した。この結果、間隙通過に伴う粗骨材量の変化量、またブリーディングによって、かぶりコンクリートの耐久性指標を概ね整理できる可能性があることが確認された。ただし、ブリーディングの影響程度は配筋や打設速度やリフト高さによって異なると考えられ、今後これらに関する検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート技術シリーズNo.80, 構造物表面のコンクリート品質と耐久性性能検証システム研究小委員会(335委員会)成果報告書, 2008.4
- 2) R.J. Torrent : A two-chamber vacuum cell for measuring the coefficient of permeability to air the concrete cover on site. Materials and Structures, vol.25, pp.358-365, 1992

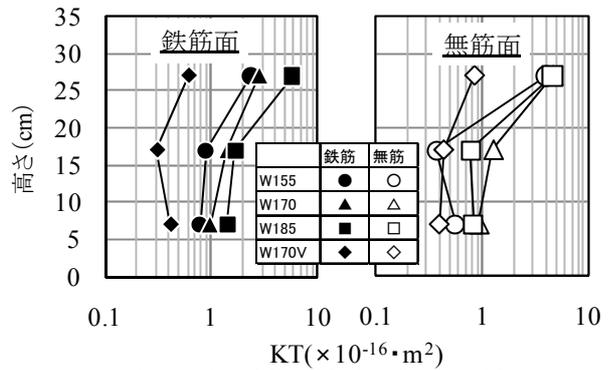


図-3 表面透気係数の測定結果

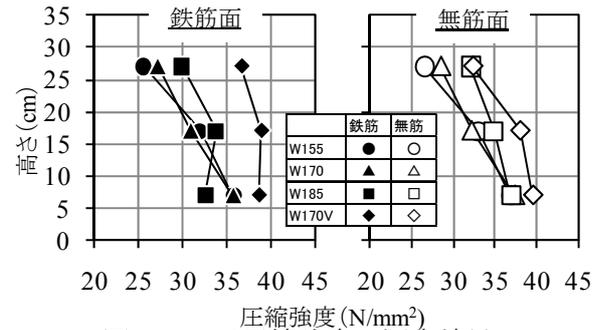


図-4 コア圧縮強度の測定結果

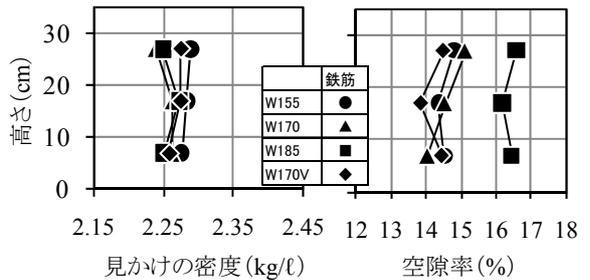


図-5 見かけの密度と空隙率の測定結果 (鉄筋面)

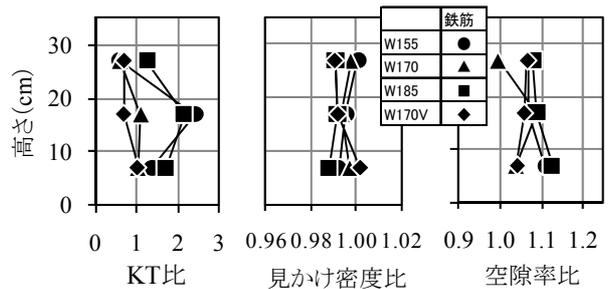


図-6 鉄筋面と無筋面の比較 (鉄筋/無筋)