床版コンクリートの再振動締固めによる耐久性向上効果に関する検討

三菱重工鉄構エンジニアリング㈱　正会員　○平岡　良彦
徳島大学大学院　正会員　渡辺　健
徳島大学大学院　正会員　橋本　親典

1. はじめに

コンクリートの再振動締固めとは，打設後のブリーディング水が浮き上がってきた頃に再び締固めを行うことで鉄筋や骨材下側への余剰水を適切に追い出し，鉄筋や骨材のコンクリートとの付着性能を増加させ，材料の密実性をより向上させることができる施工技術である．これまで，RC 壁などの高さの高い構造物に対しては，再振動締固めによる品質向上の有効性を評価した研究例はあるものの，床版コンクリートのような厚さの薄い（20～30cm 程度）構造物に対するコンクリートの品質向上に関する定量的な評価を行った例は少ない．

以上のことを踏まえ，本研究では再振動締固め施工方法（再振動締固め開始時間，再振動締固め間隔，再振動加振時間）について検討するとともに，床版コンクリートを対象にして，再振動締固めを行った場合の鉛直継ぎ目部の一体性向上程度および排水桝下面の空隙改善効果を実験により定量的に把握した．

2. コンクリートの配合とフレッシュコンクリート試験結果

表-1 に本研究の実験で用いたコンクリートの配合とフレッシュコンクリートの試験結果を示す．

表-1　コンクリートの配合（30－12-20）

水セメント比	細骨材率	単位量(kg/m³)				
(%)	(%)	セメント	水	細骨材	粗骨材	AE減水剤
49	46.1	170	347	803	983	2.25

フレッシュコンクリート試験結果

	スランプ	空気量
ブリーディング、再振動間隔検討試験	9.5cm	4.8%
一体性向上確認、排水桝下面空隙改善確認試験	11.0cm	5.4%

3. 再振動施工方法の検討

3.1　再振動開始時間について

再振動の開始時間は，下記理由によりプロクター貫入抵抗値が 0.1N/mm² に達した時間とした（本実験の場合，コンクリート練混ぜ開始後，約 4.5 時間後）．

- 再振動締固めの開始時間は，固めが可能な範囲でできるだけ遅い時間が良い[1)]．
- 打放しやその他の重要な部材では，コールドジョイント発生防止の観点から，プロクター貫入抵抗値が 0.1N/mm² 以下が打継ぎの許容値である[2)]．
- 今回，実施したブリーディング試験の結果，ブリーディング水の発生が収束する時間におけるプロクター貫入抵抗値が 0.1N/mm² であった（**図-1**，**図-2**）．

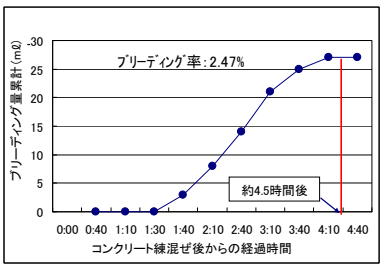

図-1　ブリーディング試験結果

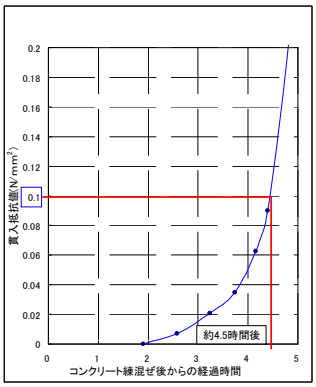

図-2　プロクター抵抗試験結果

3.2　再振動間隔について

再振動締固め間隔は，バイブレータ挿入位置からのコンクリート表面の広がりがバイブレータ（φ45）の振動影響範囲として，この広がりの直径を再振動締固め間隔とした．プロクター貫入抵抗値が 0.1N/mm² 時における広がりを求めるための実験を行った結果，振動影響範囲は直径 160 mm（**写真-1** 参照，バイブレータ径の 3.5 倍）であり，再振動締固め間隔はバイブレータ径の 3～4 倍が適正と考えられる．

写真-1　再振動間隔検討用実験結果

3.3　再振動加振時間

文献 3)にならい，再振動加振時間は 40 秒とする[3)]．

4. 再振動締固めによる床版コンクリートの品質改善効果の検証

4.1　床版コンクリート鉛直継ぎ目部の一体性に関する実験

(1) 実験概要

実験は，**図-3** に示す床版コンクリートの鉛直継ぎ目を模擬した供試体を 2 体製作し，1 体は通常の振動締固めのみを実施し，他の 1 体は，これに加え，バイブレータφ45 mmを用いて再振動締固めを行った（**写真-2** 参照）．供試体製作後，5 日間の湿潤養生を含め，2 週及び 4 週材齢における鉛直継ぎ目を含めたコア（φ

キーワード　床版コンクリート、再振動締固め、鉛直打継ぎ目、排水桝下面空隙、ブリーディング
連絡先　〒220-8401　横浜市西区みなとみらい 3-3-1　三菱重工鉄構エンジニアリング㈱
TEL　045-200-8383

150×300）を採取し，圧縮強度試験と割れつ強度試験を実施した．

(2) 実験結果

本稿では，2 週材齢における実験結果について述べる．再振動締固めを行わない場合の圧縮強度（σ_c）と割れつ強度（σ_t）から推定されるせん断強度（τ ：$\tau=0.5\times((\sigma_c\times\sigma_t))^{0.5}$）は4.73N/mm^{2}であるが，再振動締固めを行った結果，5.50N/mm^2 と約 16%向上（**表-2**）した．これは，再振動締固めを行ったことにより，床版コンクリート鉛直継ぎ目部の界面に発生するブリーディング水による水みちなどの空隙が排除され，当該部の脆弱部が除去されたためと考えられる．

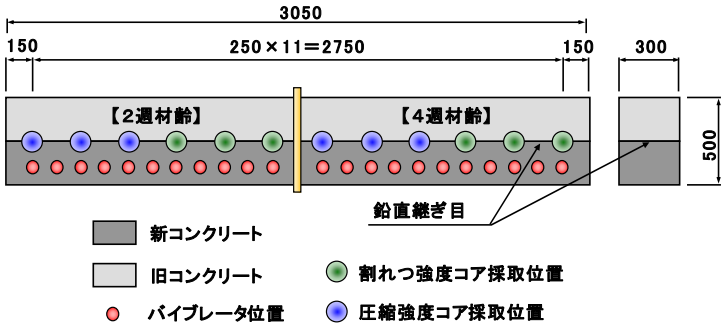

図-3 鉛直継ぎ目部一体性向上確認用供試体

写真-2 再振動締固め実施状況

表-2 再振動締固め実施による鉛直継ぎ目部の一体性向上結果

		再振動締固め無	再振動締固め実施	比率
圧縮強度	N/mm^2	32.2	40.5	1.26
割れつ強度	N/mm^2	2.78	2.99	1.08
せん断強度(注)	N/mm^2	4.73	5.50	1.16

4.2 排水桝下面の空隙改善効果に関する実験

(1) 実験概要

実験は，**図-4** に示す排水桝廻りを模擬した供試体を 2 体製作し，1 体は通常の振動締固めのみを実施し，もう 1 体は，これに加え，バイブレータφ45 ㎜を用いて再振動締固めを行い，排水桝を模擬したアクリル板下面におけるコンクリート表面の気泡の発生状況を観察した．

(2) 実験結果

再振動締固めの実施の有無による，アクリル板下面（排水桝下面）のコンクリート表面状態を**表-3** に示す．同表より，再振動締固めを行わない場合，アクリル板下面のコンクリート表面の気泡面積の割合は 8.7%であるが，再振動締固めを行なうことで，2.6%と約 1/3 に低減した．これは，再振動締固めを行ったことにより，コンクリート打設時の排水桝下面に発生するこれは，再振動締固めを行ったことにより，コンクリート打設時に排水桝下面に巻き込んだ空気やブリーディング水が排除されたためと考えられる．

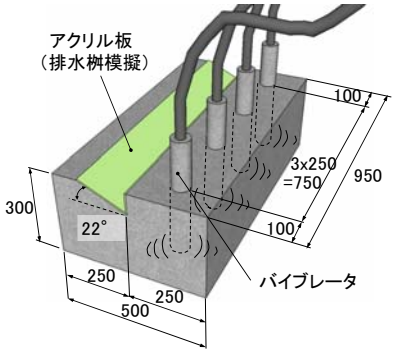

図-4 排水桝下面の空隙改善効果確認供試体

4. まとめ

床版コンクリートを対象にした再振動締固めの効果（鉛直継ぎ目部の一体性向上程度及び排水桝下面の空隙改善効果）を実験により定量的に把握した．得られた結果を下記に示す．

① 再振動締固めを行うことで，床版コンクリートの鉛直継ぎ目部のせん断強度は約 16%向上した．

② 再振動締固めを行うことで，排水桝下面のコンクリート表面の気泡は約 1/3 程度に低減した

③ 再振動締固めは，プロクター貫入抵抗値が 0.1N/mm^2 となった時点で実施し，再振動締固め間隔はバイブレータ径の 3～4 倍が適正と考えられる．

表-3 排水桝下面の空隙改善効果実験結果

	再振動締固め無し	再振動締固め実施
排水桝下面状況		
空隙面積比	8.70%	2.60%

参考文献

1) (社)土木学会，コンクリート標準示方書、施工編、2007 年度版

2) 島田専右：レディースミクストコンクリートによるコールドジョイントの性質，日本建築学会論文報告集，NO．135、pp10～16、1967

3) 水田 実，加藤 淳司，寺澤 正人：再振動締固めの強度増進効果および実施方法に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol．33，No.1，2011