

再振動締固め方法の違いが強度特性および塩分浸透に及ぼす影響に関する基礎的研究

福岡大学 学生会員 ○阿部稜 福岡大学 学生会員 久保田崇嗣 福岡大学 正会員 樋原弘貴
 福岡大学 正会員 添田政司 福岡大学 正会員 村上哲

1. はじめに

フレッシュコンクリートの締固め作業において、一定時間置いて再び振動を与える再振動締固めが用いられている。適切な時期に再振動を行うことで、空隙や余剰水が減少し、圧縮強度、鉄筋との付着強度等に効果があるとされているが¹⁾、再振動のタイミングや時間等の違いが硬化後のコンクリート品質に与える影響についての情報が少ない。そのため本研究は、早強セメント、混和材として高炉スラグ微粉末、フライアッシュを用いて通常の締固め及び再振動締固めを行った供試体を作製し、その後、圧縮強度、比抵抗、全塩化物イオン量の測定を実施することで、再振動締固めのタイミングの違いがその後の諸特性に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

表-1 各種コンクリート配合表

2.1 使用材料および配合

実験には、早強ポルトランドセメント（密度：3.14g/cm³）、これに高炉スラグ微粉末 6000（略号：BB、

密度 2.58g/cm³）とフライアッシュⅡ種（略号：FA、密度 1.95 以上 g/cm³）をそれぞれ混和した 3 種のコンクリート（以下、それぞれ HPC、HBB、HFA と称す）を用いた。細骨材は壱岐産、玄界灘産を用いており、粗骨材は砕石を用いた。表-1 には、各種コンクリートの配合を示す。これらのコンクリートを生コン車から図-1 に示す配筋された 800×600×500mm の型枠に直接流し込んだ。鉄筋は D10 の異形鉄筋である。

2.2 試験方法

表-2 には、再振動のタイミングを示す。再振動のタイミングは、コンクリートの凝結状況を簡易判定できる N 式貫入試験法による、貫入深さを基準とした²⁾。貫入深さが 150mm、100mm となるコンクリートのフレッシュ性状時にて、図-1 に示した 6 箇所に棒状バイブレータを用いて 5 秒間再振動をそれぞれ行った。硬化後は、型枠に水を張り 7 日間の養生を行った。養生終了後は、図-1 に示す位置にて φ75×600mm の貫通コアを採取し、温度 20℃湿度 60%の環境で 150 日間静置させた。以下に、本実験で行った試験項目とその概要を記す。

(1) 圧縮強度試験：圧縮強度試験供試体は採取したコアを φ75×150mm の円柱供試体にカットしたものを使用し、万能試験機で最大荷重を測定し、圧縮強度を算出した。(2) 塩水浸漬試験：採取したコアを φ75×75mm の円柱供試体にカットしたものを試験に供した。供試体を 3%塩水に 3 か月間浸漬させた後に、10mm 間隔で粉体を 40mm 位置まで採取し、全塩化物イオン量を測定した。(3) 比抵抗測定：供試体側面の無鉄筋位置に 4 つプローブを押し当て、上層と下層における比抵抗の測定を行った。比抵抗は、コンクリート表面に、2 対の電極間に電流(I)を流し、もう 2 対の電位電極間の電位差(V)を測ることによって測定した。

記号	セメント 種類	混和材 置換率 (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					スラブ (cm)	空気量 (%)
					W	B C	混和材	S	G	混和剤	
HPC	早強	—	42.3	162	395	—	729	1063	3.36	8±2	4.5±1.5
HBB	早強+BB	45	46.8	162	218	177	876	1063	3.36	8±2	4.5±1.5
HFA	早強+FA	20	41.5	162	316	79	1352	416	3.36	8±2	4.5±1.5

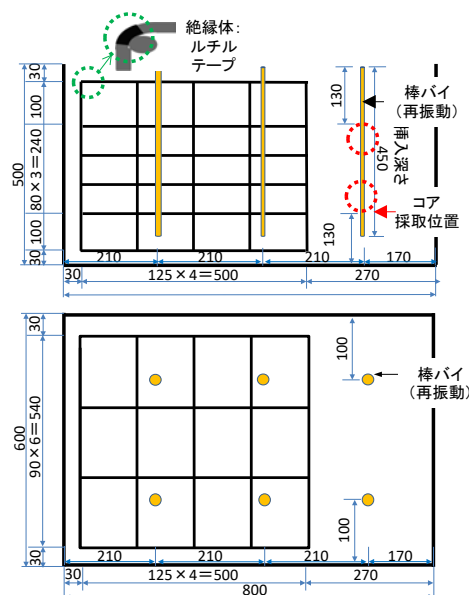


図-1 供試体形状および配筋状況

表-2 再振動水準

		再振動タイミング(min)		
		貫入深さ	150mm	100mm
コンクリート 概要	HPC	0	10	30
	HBB	0	30	105
	HFA	0	10	90

キーワード 再振動締固め、圧縮強度、全塩化物イオン、比抵抗

連絡先 〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈八丁目 19 番 1 号 福岡大学 TEL : 092-871-6631

3. 結果および考察

図-2 は、各種混和材における圧縮強度と再振動時の N 式貫入深さとの関係を示したものである。圧縮強度は、いずれの場合も再振動までの時間が長くなるに従って大きくなる傾向を示し、その増加傾向は、HBB が最も顕著であった。また、上層と下層で比較すると、いずれの圧縮強度もすべての下層の方が上層よりも大きくなった。これは、再振動を行った際に下層の余剰水が上層に移動したため、実質の W/B が上層と下層で異なったものと考えられた。

一例として、図-3 には、塩水浸漬試験 3 ヶ月目における上層部のコア供試体の塩化物イオン量の分布を示す。いずれのコンクリート種類においても、再振動を行うことにより塩化物イオンの浸透が低減される傾向が見られた。HPC においては、表面からの深さが 30mm までの範囲で塩化物イオン量が減少しており、一方の HBB と HFA では、表面からの深さが 20mm までの範囲で塩化物イオン量の低減が確認された。今後も引き続き浸漬試験を行っていく。

図-4 には、打設後 14 日目と 126 日目における上層と下層の比抵抗を示す。上層・下層ともに、14 日目における比抵抗は、HBB が最も高く HPC と HFA は同程度であったが、126 日目になると、HBB と HFA は、顕著な増加を示した。これは、潜在水硬性やポゾラン反応によりコンクリートが緻密化されたものと考えられる。また、HPC は、上層と下層による違いや材齢に伴う増加、再振動の影響も小さかったのに対し、HBB と HFA は、再振動の間隔が長くなるに従って、増加する結果となり、下層の比抵抗は、上層に比べて明確に大きくなっている。再振動による影響は、HPC よりも大きくなる傾向を示した。

比抵抗値は、塩化物イオンや空気の透過の抵抗性を間接的に評価するための指標として用いることができるため、再振動を行うことでより高耐久のコンクリートを作製できるものと考えられる。その再振動を行うタイミングとして、N 値貫入深さが 100mm 程度を指標として挙げられた。ただし、HBB や HFA は、上層と下層によるコンクリート品質に差が生じやすいため打設現場では、より入念なブリーディング水の採取が求められる。

4. まとめ

- (1) 再振動は、圧縮強度を増加させる方法として効果的であることが分かった。再振動までの間隔が長くなるに従って増加する傾向を示し、特にその影響は、HBB、HFA で顕著であった。
- (2) 再振動によって、コンクリートへの塩分浸透抑制効果が見られた。
- (3) 再振動によって、コンクリート表層品質を改善することができ、より高耐久のコンクリートを作製するための有効な方法と考えられる。

参考文献：

- 1) 土木学会：2012 年制定コンクリート標準示方書【施工編】，pp.119，2012
- 2) 水田 実，加藤 淳司：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

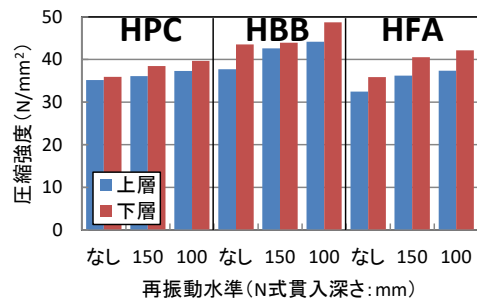


図-2 圧縮強度と再振動時の N 式貫入深さの関係

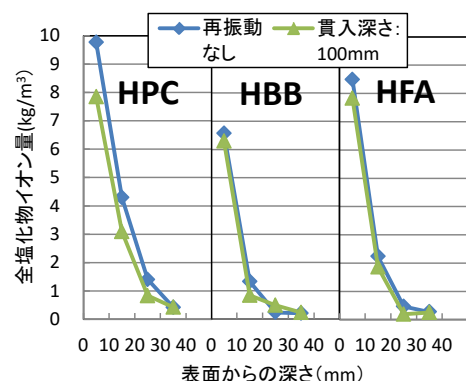


図-3 下層コア供試体の全塩化物イオン量分布

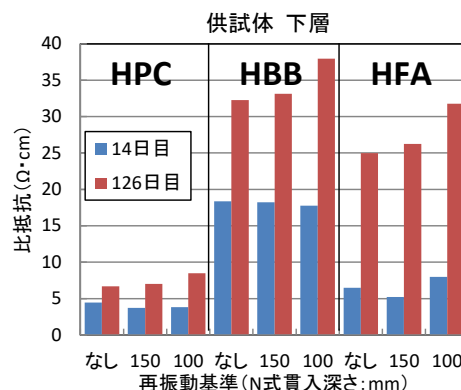
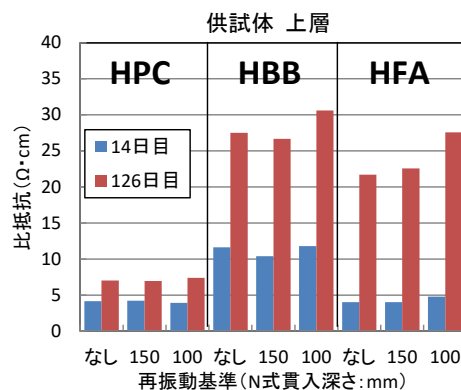


図-4 供試体上層および下層の比抵抗の変化