

## 再振動締固め時期の違いがコンクリート塩分浸透性に及ぼす影響

福岡大学 学生会員 ○佐藤悠士朗 福岡大学 学生会員 山田正健 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

再振動締固めを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おり<sup>1)</sup>、再振動締固め時期の違いが、短期材齢コンクリートの表層品質に与える影響については検討行ってきた<sup>2)</sup>。しかし、再振動締固め時期の違いが、長期材齢コンクリートの塩分浸透性に及ぼす影響は明らかにされていない。そこで本研究は、長期材齢コンクリートの表層品質の評価方法は、四点電極法およびトレント法を用いて、塩分浸透性は、全塩化物イオン量によって評価を行った。また、鉄筋腐食抵抗性については分極抵抗法によって評価を行った。

### 2. 実験概要

(1) 使用材料及び配合：セメントには、早強ポルトランドセメント（密度：3.14g/cm<sup>3</sup>）を用い、これに混和材として高炉スラグ微粉末 6000（略号：BS，密度 2.58g/cm<sup>3</sup>）とフライアッシュ II 種（略号：FA，密度 1.95 以上 g/cm<sup>3</sup>）をそれぞれ混和した 3 種のコンクリートを用いた。細骨材は壱岐産、玄界灘産を用いており、粗骨材は碎石を用いた。表-1 に、本実験で使用了各種コンクリートの配合を示す。図-1 に型枠及び配筋状況（上は側面図・下は俯瞰図）を示す。実験に用いた型枠は 800×600×500mm のものであり、鉄筋は D10 の異形鉄筋を用いて密配筋域、無配筋域を設け、HPC, HBS, HFA の 3 種類の配合でそれぞれ 3 体の計 9 体を作成した。表-2 に各種コンクリートにおける成形後からの再振動を行うまでの時間を示す。開始時期は、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<sup>2)</sup>。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。なお、貫入深さが 100mm よりも小さい場合には、バイブレータを挿入することが困難になるため、再振動を実施できるフレッシュ性状として貫入深さ 100mm を上限とした。硬化後は、型枠に水を張り 7 日間の養生を行った。その後は、塩水シートで覆うことで塩化物イオンの浸透試験を実施した。

(2) 試験方法：コンクリートの表層品質は、四点電極法を用いて比抵抗を材齢 14, 126, 238, 413 日目にて測定を行うとともに、トレント法による透気係数の測定より評価し、腐食診断機を用いて分極抵抗を測定し、鉄筋腐食性の評価を行った。また、電位差滴定装置にて全塩化物イオン量の測定を行い、塩分浸透性の評価を行った。

### 3. 結果及び考察

図-2 には、各材齢にて測定を行った比抵抗の平均値をコンクリート種類ごとに示す。比抵抗は、いずれも材齢の進展に伴って増加する傾向を示し、さらに再振動を行うことで増加する結果を示した。また、N 式貫

表-1 実験に用いた各種コンクリート配合

	W/B (%)	s/a (%)	空気量 (%)	スランブ (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					
					W	C	S	G	混和材	混和剤
早強	41	42.3	4±1	8±2.0	162	395	729	1063	-	3.36
早強+BS		46.8				218	876	1063	177	
早強+FA		41.5				316	1352	416	79	

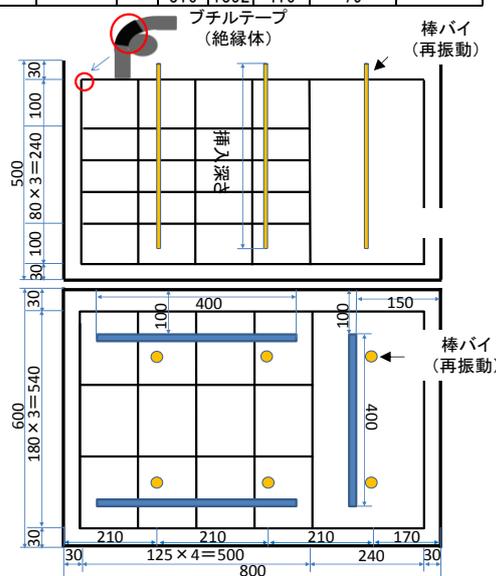


図-1 型枠形状および配筋状況

表-2 各種コンクリートの再振動水準

セメント種類	N式貫入深さ(mm) 【再振動までの時間(min)】		
	250	150	100
HPC	【なし】	【10】	【30】
HBS	【なし】	【30】	【105】
HFA	【なし】	【10】	【90】

入深さが小さいものほど比抵抗が増加する結果を示した。また、材齢 126 日目以降になると、HBS と HFA の比抵抗は、顕著な増加を示した。これは、潜在水硬性やポズ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。図-3 には、各種コンクリートにおけるトレント法による透気係数の測定結果を高さ方向ごとに示す。HPC, HFA における透気係数は、再振動を行うことで減少する結果を示した。N 式貫入深さが小さいものほど比抵抗が増加する傾向にある。再振動を行うことで表層の透気係数を低下できることが分かった。なお、HBS の透気係数は、いずれの供試体も測定限界値を示したため、再振動締固めによる違いを確認することができなかった。図-4 には、一例として、HPC における全塩化物イオン量を層ごとに示す。いずれの深さにおいても N 式貫入深さが小さくなるほど塩化物イオン量が低下する結果を示した。加えて、下層になるに従って塩化物イオンが浸透していないことが確認された。以上のことから、再振動を実施することでコンクリートの表層品質を改善できることが認められ、また、N 式貫入深さが 100mm の際に最も再振動の効果が高いことが分かった。図-5 には、各種コンクリートにおける鉄筋の分極抵抗の測定結果を示す。これまでの結果と同様に、N 式貫入深さが小さく、また下層になるに従って分極抵抗は、増加する結果を示した。再振動なしと N 式貫入深さ 100mm を比較すると、分極抵抗を 20%~50%程度増加できることが分かった。腐食速度の観点からも再振動は、高耐久のコンクリート構造物を作製するための有効な方法であると言える。また、これらの試験結果より、再振動を行うタイミングとして、N 式貫入深さが 100mm が一つの目安として挙げられた。

4. まとめ

- (1) 再振動は、長期材齢コンクリートにおいても表層品質を改善するのに効果的な方法であると分かった。
- (2) 再振動を行うことで、長期材齢コンクリートの塩分浸透性を抑制できることが分かった。また、N 式貫入深さが小さい程、耐久性が向上し、再振動時期の遅い N 式貫入深さ 100mm が一つの再振動を行う目安と考えられた。
- (3) 再振動は、腐食速度の観点からも効果的な方法であることが分かった。

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) 阿部稜ほか：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，土木学会第 72 回 年次学術講演会，V-130，2017

