

コンクリート耐久性向上のための再振動締固めによる有効性の定量評価

若築建設(株) 技術設計部 技術課

正会員

○秋山哲治

若築建設(株) 土木部 総合評価対策室

正会員

壹岐直之, 福島賢治

早稲田大学 創造理工学部社会環境工学科教授

正会員

清宮 理

1. はじめに

コンクリートの再振動締固めは、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すことのできる施工技術である。この施工によりコンクリートと鉄筋、骨材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。

これまで、圧縮強度などを指標として、再振動締固めによる有効性を評価した研究例はあるものの、耐久性に関する定量的な評価を行った事例は見うけられない。そこで、通常の締固めと再振動締固めを行った供試体からコア試料を採取して各種試験を行い、再振動締固めの有効性を定量的に評価した。

2. 実験方法

2.1 再振動締固めの方法

表-1 にコンクリート配合とフレッシュ試験結果、図-1 に供試体寸法と打設状況を示す。

通常締固めは、コンクリート1層分(55cm程度)を打設後、内部振動機φ50mmで1箇所当たり約10秒の振動を与えた。一方、再振動締固めは1層分を打設した後に先述と同じ作業を行い、30分経過した後に同じ手順で再び振動を与えた。

2.2 試験項目

表-2 に、再振動締固めの有効性を評価するための試験項目を示す。フレッシュ時は、再振動中の表面観察や、再振動後での打設面の沈下量を計測した。硬化コンクリートでは、脱枠後での表面の目視観察、圧縮強度、単位容積質量、塩分浸せきによる見掛けの拡散係数、細孔径分布の各試験を行った。

図-2 にコア試料の採取位置を示す。試験項目ごとに鉛直方向に3本(〈上〉・〈中〉・〈下〉)の供試体を採取し、各供試体の平均値を用いて評価を行った。

3. 実験結果

3.1 フレッシュコンクリートでの効果確認

再振動の締固め中における表面観察では、コンク

表-1 コンクリートの配合 (27-12-20BB)

水セメント比[%]	細骨材率[%]	空気量[%]	単位量[kg/m ³]				
			水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
50.0	48.5	4.5	322	161	862	942	3.22

フレッシュコンクリート試験結果 (練混ぜ量 1m³)
スランプ 11cm, 空気量 4.4%, コンクリート温度 19℃, 外気温 19℃

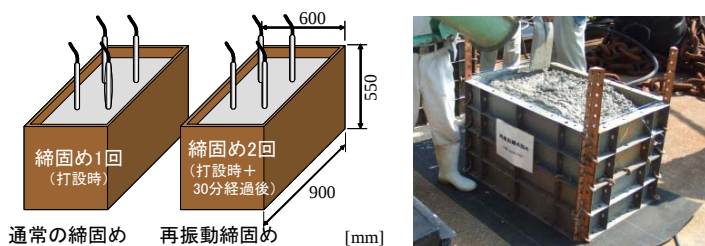


図-1 供試体寸法と打設状況

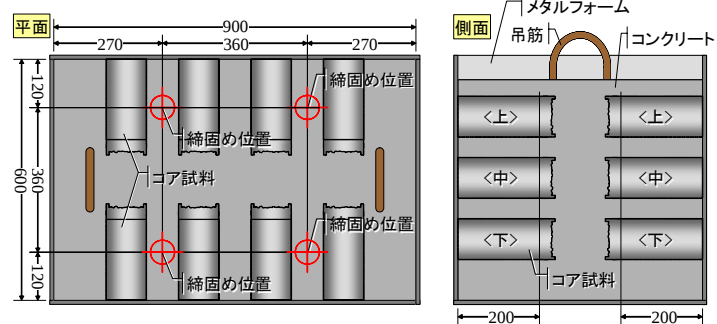


図-2 試料採取位置

表-2 試験項目

試験項目		備考
フレッシュコンクリート	目視観察	再振動中の表面観察
	沈下量	コンクリート打設面の沈下量
硬化コンクリート	表面観察	コンクリート表面の目視観察
	圧縮強度	JIS A 1108
	単位容積質量	—
	見掛けの拡散係数	JSCE-G 572, JIS A 1154
	細孔径分布	水銀圧入法

表-3 再振動締固めによる沈下量の測定結果

測点	水系からの距離[mm]		沈下量 Y-X	＜状況写真＞ 沈下量測定用の水系
	振動前 X	振動後 Y		
A	71	76	5	
B	68	71	3	
C	59	66	7	
D	56	63	7	
E	51	59	8	
平均	—	—	6	

注) A,B,C,D,E : 沈下量の測点

キーワード : 再振動締固め, 耐久性向上, 塩化物イオンの見掛けの拡散係数, 細孔径分布

連絡先 : 〒153-0064 東京都目黒区下目黒 2-23-18 若築建設(株) 技術設計部 TEL 03-3492-0495

リート内部の空気が表面から抜け出ている。

表-3 より、再振動締固めによる沈下量は平均 6mm であり、本実験では供試体高さの 1% 程度であった。

3.2 硬化コンクリートでの効果確認

図-3 より、脱枠後の表面は、通常締固めと比較し、再振動締固めでの表面気泡はかなり減少した。

図-4 より、圧縮強度は通常締固め 31.0N/mm²、再振動締固め 32.6N/mm²であった。再振動締固めでは通常締固めと比べて 5% 程度大きい値を示した。また単位容積質量は、通常締固め 2.308g/cm³、再振動締固め 2.335g/cm³であった。通常締固めと比べ、再振動締固めの方が 1% 程度大きい値を示した。

図-5 と表-4 に、浸せき試験による見掛けの拡散係数の結果を示す。試料<中>（鉛直方向中央の試料）では通常締固め 2.24cm²/年、再振動 1.80cm²/年となり、再振動締固めの方が遮塩性は約 20% 向上した。例えば、水セメント比 55%・高炉 B 種・かぶり 100mm・表面の塩化物イオン濃度 13kg/m³・鉄筋発錆限界 1.2kg/m³ の条件において、見掛けの拡散係数が 20% 改善されると仮定した場合、鉄筋腐食開始時期を 24 年から 30 年に延命させる効果が期待できる。

図-6 に示す細孔半径の分布について、凍害に関連するとされる範囲²⁾や物質透過性に影響するとされる範囲³⁾では、再振動締固めの方が通常締固めと比較して、細孔容積が小さくなったことを確認した。例えば 0.024~7.5μm の範囲²⁾の総細孔容積[×10⁻²cm³/g]の累積は、通常締固め 40.8、再振動締固め 35.9 となり、再振動締固めの方が約 12% 総細孔容積が小さく、コンクリートの密実性が向上した。

4. まとめ

再振動締固めの有無において、フレッシュ時及び硬化コンクリートについて各種試験を行った。その結果、再振動締固めを行うことによって、すべての評価指標においてコンクリートの性能が向上したことが定量的に把握できた。以上より、再振動締固めは、より密実性の高いコンクリートとすることができ、耐久性向上に有効な施工技術と言える。

参考文献 1)前田ほか:透水性型枠を使用したコンクリートの表層および内部強度性状に及ぼす再振動締固めの影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.24, No.1, pp.345~350, 2002.7 2)独立行政法人 建築研究所:既設マンション躯体の劣化度調査・診断技術マニュアル(案), 2001.7 3)羽原俊祐:硬化コンクリートの組織及び空隙構造と物性の関係に関する研究, 慶応大学学位論文, 1992

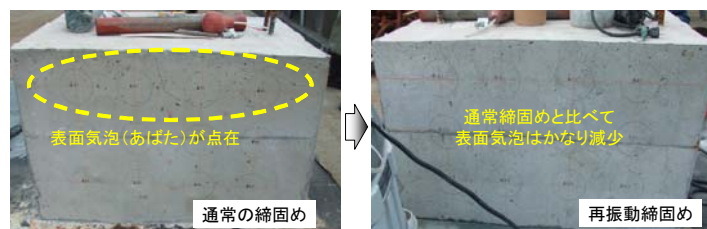


図-3 コンクリート表面の目視観察(脱枠後)

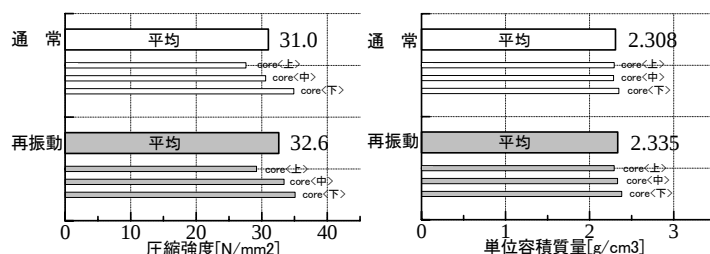


図-4 圧縮強度及び単位容積質量

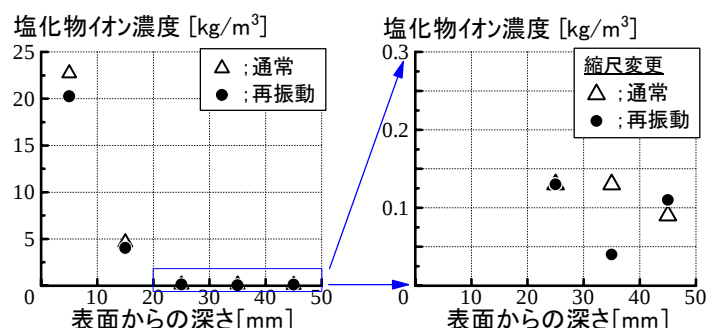


図-5 塩化物イオン見掛けの拡散係数(表-4の試料<中>)

表-4 塩化物イオン見掛けの拡散係数

締固め	拡散係数 [cm ² /年]		検討条件
	試料<中>	3 試料平均	
通常	2.24	1.89	・経過年数;t=3ヶ月(0.25年) ・初期塩化物イオン濃度;0kg/cm ³ ・表面塩化物イオン濃度;34.1kg/cm ³
再振動	1.80	1.75	
改善効果	約 20% 向上	約 7% 向上	・試料<中>;鉛直方向中央の試料

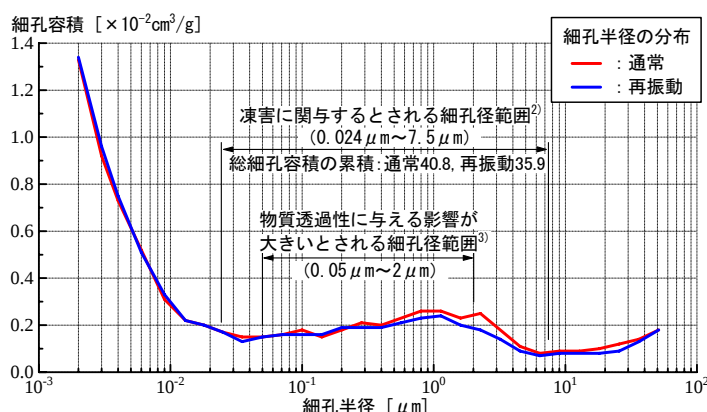


図-6 細孔半径と細孔容積の分布

表-5 本実験での再振動締固めによる改善効果

項目	沈下量	表面	強度	単質	遮塩性	透過性
改善効果	高さ 1% 沈下	あばたの減少	約 5% 増加	約 1% 増加	約 20% 向上	約 12% 密実

注) 高さ: 供試体高さ, 強度: 圧縮強度, 単質: 単位容積質量, 遮塩性: 塩化物イオンの見掛けの拡散係数, 透過性: 細孔半径 0.024~7.5 μm 累積