

低周波バイブレータによるかぶりコンクリート品質向上の検証

芝浦工業大学 学生会員 ○八木 勝之
 芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史
 エクセン 正会員 小野寺 三男

1. はじめに

良質なコンクリート構造物の建設には、バイブレータによる締固めが良く用いられる。バイブレータの振動によって、コンクリートは型枠の隅々まで充填され、かつ、コンクリート内部のエントラップドエアを除去することでコンクリートが緻密となり耐久性が向上するとされている。しかし、阪神淡路大震災による耐震基準の強化に伴い、構造物が過密配筋されるようになったことで、バイブレータを挿入してコンクリートを十分に締固めることが難しくなっている。特に、耐久性に大きな影響を与えるかぶりコンクリートの締固めでは、狭い間隔に多くの鉄筋が配筋されることによって振動が伝達しにくいことから、締固め不足による耐久性の低下や表面気泡が問題となっている。本研究では、かぶりにバイブレータを挿入することで上記の問題を改善して品質が向上するか、また、そのときに使用に適するバイブレータの周波数を検証した。

2. 実験概要

2.1 型枠及び配合

本研究では、図-1 に示す型枠で、内側に発泡スチロールを使用することでバイブレータによる振動の跳ね返りを防ぎ、規模の大きいコンクリートを打ち込んだ時の振動を再現した。使用した鉄筋はD13で、過密配筋を再現し鉄筋の間隔を30mm、かぶり厚を60mmとした。

配合は表-1 に示すように単位水量を変動させて、一般的なスランブのコンクリートと、スランブが大きく材料分離しやすいコンクリートの2配合で行った。

バイブレータはかぶりへの挿入が可能な小径のものを使用し、性能を表-2 に示す。どちらの周波数も JIS A 8061「内部振動機」¹⁾ で高周波と定義されているが、本研究では、170Hz を低周波、210Hz を高周波と定義した。

2.2 打設方法

コンクリートを躯体内部に流し込み、図-2 のようにバイブレータを挿入してコンクリートを鉄筋間通過さ

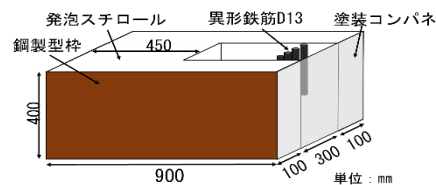


図-1 型枠

表-1 コンクリートの計画配合とフレッシュ性状

セメント種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				フレッシュ性状	
			W	OPC	S	G	スランブ (cm)	空気量 (%)
OPC	50	50	165	330	884	932	12.0	5.9
			200	400	811	855	20.0	3.0

表-2 バイブレータの性能

振動機の種類	振動体		偏心錘		振動体質量 (kg)	先端振幅 (mm)	振動数 (Hz)	遠心力 (kg)
	直径 (cm)	長さ (mm)	質量 (g)	偏心量 (kg)				
低周波	28	360	163.5	3.08	1.24	1.32	170	59
高周波			114.6	2.9		1.04	210	

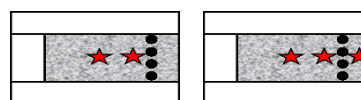


図-2 バイブレータの挿入位置

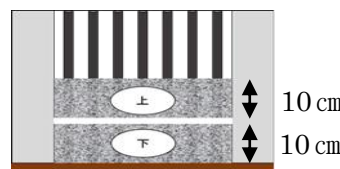


図-3 洗い分析のコンクリート採取位置

せた。その後、鉄筋間通過したかぶりコンクリートにもバイブレータを挿入して締固めを行った。バイブレータの挿入時間は躯体内部には15秒間、かぶり部位には10秒間とした。

2.3 評価方法

評価方法として、材料構成比を洗い分析試験、表面品質を画像解析、かぶりコンクリートの物質移動抵抗性を促進中性化試験で測定して評価を行なった。

3. 実験結果

3.1 洗い分析試験による材料構成比の比較

かぶり部からコンクリート(0.85L)を図-3のように上下に分けて採取した。このコンクリートを水洗いし、骨材を105°Cの乾燥炉で24時間乾燥させた。その骨材

を細骨材(0.15~5 mm) と粗骨材(5~10 mm、10~20 mm) にふるい分けを行い、それぞれの絶乾重量を測定した。本研究では、JIS A 1112-2012「フレッシュコンクリートの洗い分析試験方法」に規定されているコンクリートの採取量よりも少ないことから、材料構成比のバラツキを4%とした²⁾。以上の方法から材料構成比を求めた結果を図-4 に示す。かぶりへのバイブレータ挿入の有無に関わらず、低周波では上下での変化がなかったが、高周波では材料分離が生じた。この結果から、かぶりの締固めに使用するバイブレータは、低周波バイブレータの使用が好ましいと言える。

3.2 画像解析による表面品質評価

コンクリートの表面は、締固め不足や材料分離によって豆板や空隙ができやすい。厚さの小さいかぶりに挿入するバイブレータの周波数の違いで、表面の品質に差があるのかをかぶりコンクリート表面の画像を二値化処理することで検証した。図-5 に二値化した画像を示す。どちらのスランブでも、かぶりに挿入しない場合は高周波、挿入する場合は低周波で空隙が少ない表面になった。全体で比較すると、低周波バイブレータをかぶりに挿入するときの表面で最も空隙が少なくなった。通常のバイブレータを用いた打込みでは、厚さの小さいかぶりでは、かぶりにバイブレータを挿入することは難しい。よって、高周波を使用することが適切であった。しかし、小径バイブレータを使用してかぶりに挿入する場合は、低周波の使用が適切であると言える。

3.3 促進中性化試験

かぶりコンクリートから試験体コアを湿式にて採取した。この試験体のかぶり表面となる面のみを開放し、CO₂ 濃度 5%の環境で 4 週間中性化させて深さを測定した。しかし、有効な差は見られなかった。

4. まとめ

以上の研究の成果を表-3 にまとめる。

- (1) かぶりにバイブレータを挿入するときは、低周波バイブレータの使用が有効である。
- (2) バイブレータの周波数は、かぶりへの挿入時では低周波、未挿入時では高周波が有効である。

参考文献

1) 公益社会法人 土木学会:コンクリート標準示方書 [基準編]JIS 規格集

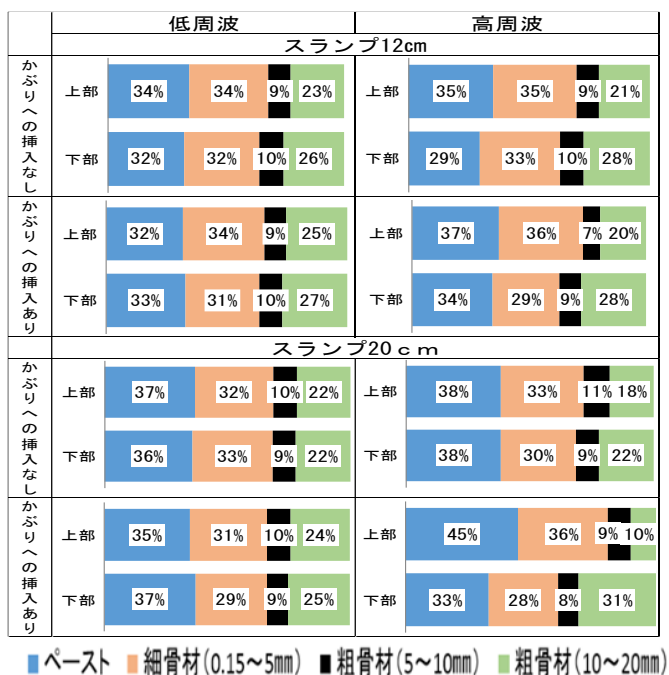


図-4 材料構成比

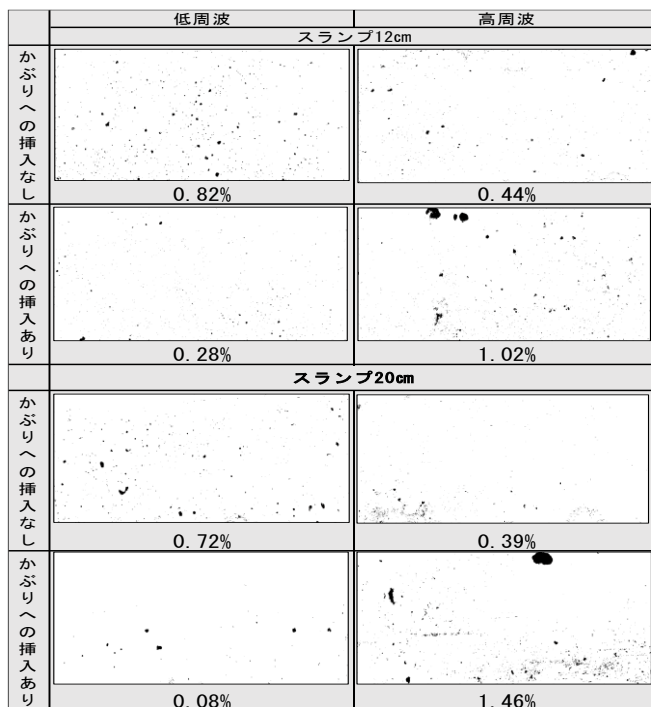


図-5 かぶり表面の空隙の割合

表-3 まとめ

挿入状況	周波数	洗い分析	表面品質
	挿入なし	低周波	○
挿入あり	低周波	○	○
	高周波	×	×

2) 尾上幸造、亀澤靖、松下博通: 鉄筋間通過によるコンクリートの配合変化、コンクリート工学年次論文集、Vol.62、No.1、2006、pp.119-128