

密実なかぶり部を構築する新しい発想による外部振動機の開発および検証

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 正会員 ○今田 勝己
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 正会員 鈴木 正幸
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 井上 雅王

1. はじめに

コンクリート構造物における重要な施工要素は、精度の高い配筋・型枠組み、そして密実なコンクリートとなるよう丁寧に、材料分離させることなく打込み、締固めることである。特にかぶり部は、構造物本体の耐久性能を左右する重要なファクターであるといえる。

そこで、かぶり部の密実性を高めるために、指向性を持つ振動を発生させる外部振動機（以下 新型バイブレータという）を立案・開発した。本文は、新型バイブレータの効果について、大型コンクリート構造物での各種試験を実施し、かぶり部の密実性に寄与できることが検証できたため、ここに述べるものである。

2. 新型バイブレータ発想の経緯

フレッシュコンクリート中に、適度な振動を加えると、気泡や水分が振動体に引き寄せられ、やがて上方へ発散していく。この原理を利用して、棒状の高周波バイブレータは締固めを行っている。しかし、かぶり部は型枠との隙間が少なく、配筋が密であるため、高周波バイブレータの挿入が困難となる場合が多い。

そこで、かぶり部の締固めについては、従前より以下の2通りの方法が一般的に行われてきた。

①熟練職人による木槌を用いた叩き作業

問題点：熟練職人の減少に伴い、最近では丁寧な叩き作業が省略されていることが多い。

②型枠バイブレータを用いた締固め

問題点：打設作業が従来と異なり、分業化されている。そのため、作業員の裁量によって、使用の有無が判断され、表面の密実性および出来栄えにばらつきが生じている。

上記の問題点を解決することが耐久性向上に繋がるものと考えた。

具体的には、作業員の技量に左右されることなく、より深い位置まで、平面においては、一定の範囲へ均一な振動伝達を行うことである。これによって、エントラップドエアおよび余分な水分をすばやく型枠近傍に集めて上方へ逃がし、密実なかぶり部が構築できるものと考えた。

その結果、現在の回転モーターによる振動を往復運動へ変換し、木槌と同様に型枠を叩くような振動機とすることで実現可能であると判断した。

3. 振動のメカニズムについて

振動のメカニズムとして、従来型は内部モーターの回転運動によって振動を発生させている。(写真-1)

一方、新型バイブレータ(写真-2)は、モーターの回転運動を特殊なカム構造(図-1)によって往復運動へ変換し、指向性の高い振動を発生させフレッシュコンクリートの内部まで伝達できる仕組みとした。



写真-1 従来型バイブレータ



写真-2 新型バイブレータ

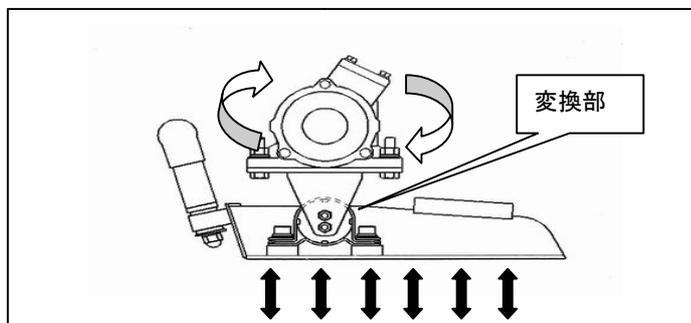


図-1 特殊カム構造図

キーワード：新型、型枠振動機、気泡間隔係数、透気試験、騒音低減、エコ

連絡先：中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 名古屋支店

名古屋市中区錦 1-8-11 DNI 錦ビルディング 8F TEL: 052-212-4551 (代表) FAX: 052-203-5106

連絡先：エクセン株式会社 営業部

東京都港区浜松町 1-17-13 TEL: 03-3434-8455 (代表) FAX: 03-3434-1658

4. 性能確認試験について

試験項目の選定について、フレッシュコンクリートでは、メカニズムの違いによる締固め性能の差を明確にするため、加速度測定試験および騒音測定を実施した。また、硬化後の密実性の差を明確にするため透気性試験および気泡間隔係数試験を実施した。

5. 試験結果および考察

5-1. 加速度測定試験

橋脚フーチング側面(図-2)において、図-3のように型枠から深さ5cm・水平間隔50cmに加速度計を3箇所設置し、15sec計測を実施した。

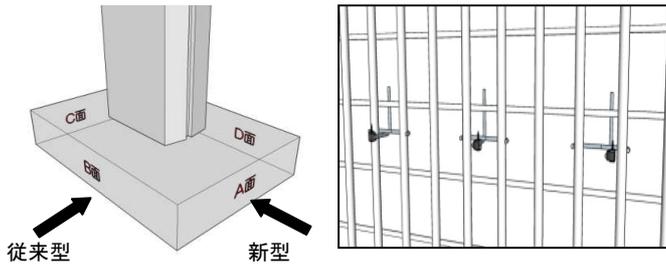


図-2 計測箇所図

図-3 加速度計設置図

測定した加速度と振動数から測定累積時間内で蓄積された締固めエネルギーを式-1より算出し、周波数の異なる振動機の評価をした。

$$E_t = m \cdot \frac{\alpha_{max}^2}{(2\pi)^2 \cdot f} \cdot t \dots \text{式-1}$$

- ここに、 E_t : 締固め仕事量 (J/l)
- m : 試料の密度 (kg/l)
- α_{max} : 最大加速度 (m/s^2)
- t : 振動時間 (s)
- f : 振動数 (s^{-1})

その結果、新型バイブレータは、従来型バイブレータに対し、約1.2倍の締固めエネルギーがあった。また、波形からも持続して安定した振動を伝達していることが確認できた。(図-4)

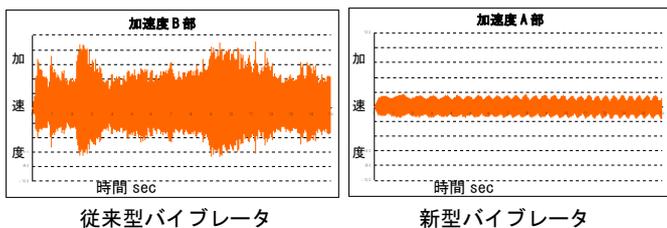


図-4 波形図

5-2. 騒音測定

室内試験により、作動時の騒音量を確認した結果、新型バイブレータは、従来型より10dB以上の小さい結

果となった。したがって、体感的な騒音低下量はかなり大きいといえる。

5-3 透気性試験

硬化後の側面で各振動機使用箇所および無振動箇所にて透気性試験を実施した。表-1のとおり新型バイブレータの評価はグレード2と従来型バイブレータおよび無振動箇所の評価グレード4と比べて気密性が高い密実なかぶり部であることが確認できた。

表-1 透気性試験結果

測定面	透水係数 KT ($\times 10^{-16} m^2$)	測定深さL (mm)	透気評価 (参考)		
新型バイブレータ:200V 加振時間:20s 加振間隔:50cm	B面	0.038	10		
		0.016	L<5		
従来型振動機 (一様加振)	D面	2.3	55		
		2.3	53		
	A面	6.3	76		
透気係数 KT ($\times 10^{-16} m^2$)	0.001 ~ 0.01	0.01 ~ 0.1	0.1 ~ 1	1 ~ 10	10 ~ 100
透気性グレード	1	2	3	4	5
透気性評価	優	良	一般	劣	極劣

5-4. 気泡間隔係数試験

従来・新型・無振動箇所からコアを採取し、表面から5cmの位置で気泡間隔係数試験を実施した。その結果、図-5のとおり、エントラップドエアが存在するとされている100 μm 程度以上の気泡は減少していた。

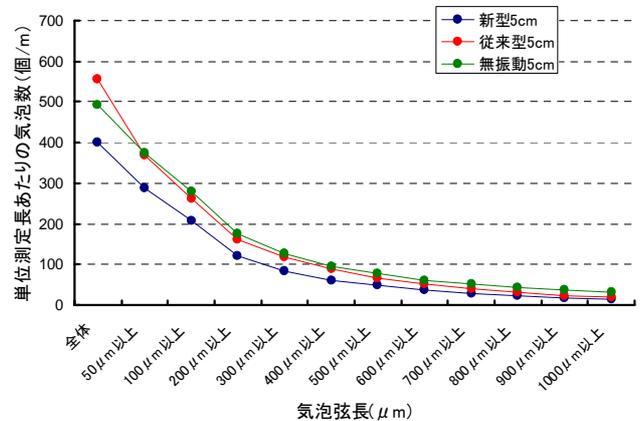


図-5 気泡数グラフ

6. まとめおよび今後の展望

新型バイブレータは、熟練度に関係なく密実性を高めることが確認できた。また、環境面では騒音低減および手持ち外作業のため、労働基準法における振動障害予防対策となる。さらに、消費電力も1/10で済むことから、CO₂削減にも繋がり非常にエコな製品であるといえる。今後は、型枠バイブレータのみの締固めを基本としている中流動域のコンクリートにおいても検証を重ねていきたい。(特許出願中：平成25年2月)

— 以上 —