

V-163 外部振動機によるコンクリートの 圧送性改善効果に関する考察

長岡技術科学大学 学生員 清水正樹
長岡技術科学大学 正会員 橋本親典
長岡技術科学大学 正会員 丸山久一
長岡技術科学大学 清水敬二

1. まえがき

フレッシュコンクリートのポンプ圧送性において、管内流動状態を定量化するための研究が数多く行われている。その一つに辻村・橋本らの行ったコンクリートの電気特性を利用した実例⁽¹⁾がある。これは管内閉塞に最も影響を与える因子として粗骨材とモルタルの容積比に着目し、コンクリートを絶縁体(粗骨材)と導体(モルタル)の二相系材料として考え、容積比の経時変化を電気抵抗によって測定するシステム(図1)である。この研究の結果、電気抵抗の乱れとコンクリート管内の骨材の乱れには、強い相関性があることが認められている。一方、貧配合・硬練りコンクリートのポンプ圧送性には外部振動が効果的であるという報告例⁽²⁾があることから本研究では管内を流れるコンクリートに対して外部振動機がどのような影響を与えるかを上記の計測システムを用いて調べたものである。なお、使用した外部振動機の仕様及び取り付け方法を図2に示す。

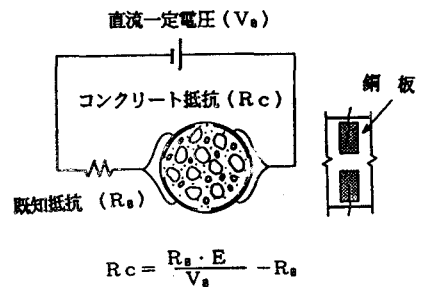


図-1 コンクリートの電気特性を利用した管内流動状態関知システム

2. 実験方法

実験は実際のポンプ車を用いて行った。配管および振動機の位置を図3に示す。最大吐出量 $110\text{ m}^3/\text{h}$ の能力を有するピストン式ポンプ車を用い、吐出したコンクリートを再びホッパ内に戻す循環式の配管とした。配管の実長は 17.1 m 、水平換算距離は 67.1 m である。外部振動機はテーバ管およびベント管に取り付け、その前後3カ所について電気抵抗を測定した。ポンプの吐出量を $5\text{ m}^3/\text{h}$ 、 $30\text{ m}^3/\text{h}$ 、 $50\text{ m}^3/\text{h}$ と変化させた3シリーズについて 200 Hz の振動を加えた。

1シリーズの振動時間を10分間(4分加振・2分中止・4分加振)とした。使用材料および示方配合を表1に示す。

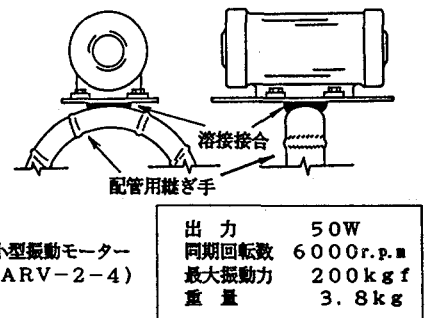


図-2 外部振動機の仕様・取付状況

3. 実験結果および考察

表-2にコンクリートの品質試験の結果を示す。本実験は循環式であるため時間経過によってもたらすスランプロスや温度上昇がみられたが、材料分離や閉塞等の事故は起こらなかった。

図-4に測定位置と変動係数の関係を示す。振動を加えると、ある経過時間内で電気抵抗値の変動係数が減少する傾向がみられる。ここでいう変動係数とは、測定された電気抵抗値の標準偏差を平均値で除した値であり、管内中を流れる骨材の乱れを知る尺度である。この値を今回の実験において振動機の効果を定量的にあらわす指標として用いた。吐出量が $5\text{ m}^3/\text{h}$ 、 $30\text{ m}^3/\text{h}$ において、テーバ管入口および出口の部分

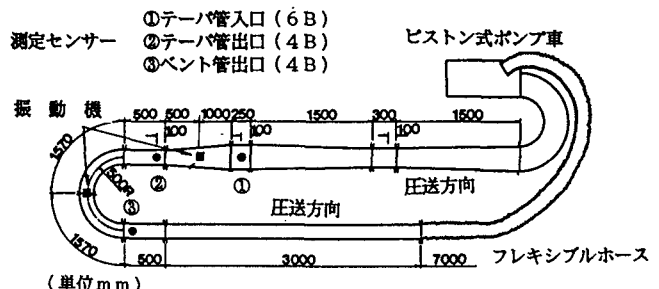


図-3 配管状況および振動機・測定センサー取付位置

は振動機の稼動による変動係数の減少が明瞭にあらわれている。しかし、吐出量 $50\text{ m}^3/\text{h}$ では振動による効果が殆ど見られない。このことより、吐出量が大きくなるにしたがって振動機の効果があらわれにくくなると考えられる。またベント管出口部においては、吐出量の大小に関わらず変動係数にほとんど変化がみられない。これは、変形管の種類によって振動の影響が異なるためであり、同じ振動の効果を得るにはベント管の方がテーバ管よりも大きなエネルギーが必要であると考えられる。

管内流動中のコンクリートの電気抵抗値の一例を図5に示す。これは、吐出量 $30\text{ m}^3/\text{h}$ で 200 Hz の振動を加える前と後の6 B直管内部の時系列データである。この様に振動を加えない場合、ピストン式ポンプ車の2連シリンダーの往復運動によって、脈流（静止と流動の繰り返し状態になる）が発生する。しかし振動を加えると、静止中のコンクリートが振動され動的状態になるため、抵抗値が減少し脈流の影響が打ち消される傾向にある。このことは、容器内に静置したコンクリートにハンマーで打撃を加えると電気抵抗値が下がることから確認されている。これは、外部振動によって管壁にモルタル層を形成させ、極板との接触抵抗が小さくなったためであると考えられる。このことから外部振動を圧送管に加えることは潤滑層の形成を促し、管壁との摩擦抵抗を緩和することによって圧送距離を向上させる効果があると予想される。また流動中のコンクリートには振動の影響がみられないことから、振動のエネルギーは静止中のコンクリートのみに伝わり、流動中のコンクリートの品質に対しては影響を及ぼさないと考えられる。

4. あとがき

外部振動機を利用することは、簡便にかつ低コストで圧送性の改善をはかる事ができる。しかし特殊なコンクリートすなわち流動化コンクリートや軽量骨材を用いたコンクリート等にもその効果が発揮されるかどうかは不明である。また周波数によっては材料分離等を起こす可能性も考えられ、今後も研究を続ける必要がある。最後に、振動機はじめ各種実験装置に関しては（株）ARV高野より多大な御尽力を頂きました。ここに深く感謝致します。

5. 参考文献

- (1) 辻村直哉・橋本親典・清水敬二：「フレッシュコンクリートの管内流動状態に関する新しい計測システムの提案」 土木学会第42回年次学術講演概要集第V部 pp.564～pp.565 (1987)
- (2) 堤 知明・畠山 昭：「振動圧送工法による貧配合・硬練りコンクリートのポンプ圧送法」、土木学会第42回年次学術講演概要集第V部 pp.566～pp.567 (1987)

表-1 使用材料および示方配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランパの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	W / C (%)	s / a (%)	V _g / V _m (%)	単位量 (kg/m ³)			
						W	C	S	G
25	8 ± 1	1.5	57	42.0	76.0	159	300	816	1173

(備) V_g/V_mは、モルタルの容積に対する粗骨材の容積比を表す。

使用材料

セメント：普通ポルトランドセメント（比重 3.16）
細骨材：信濃川産川砂（比重 2.60、F.M.=2.66）
粗骨材：信濃川産川砂利（比重 2.71、F.M.=6.95）

表-2 品質試験結果

	スランパ(cm)	空気量(X)	温度(℃)
実験前	8.1	2.5	14.0
実験後	5.5	2.7	17.0

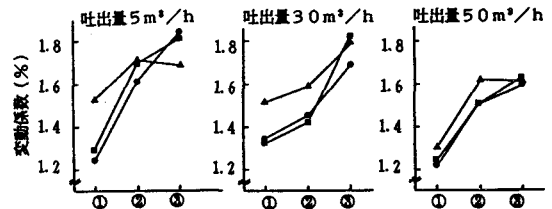
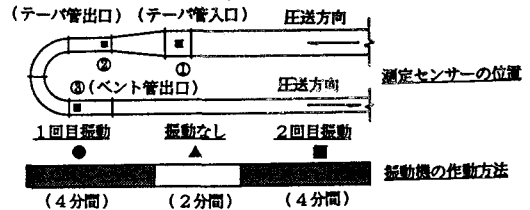


図-4 各吐出量における測定位置と変動係数の関係

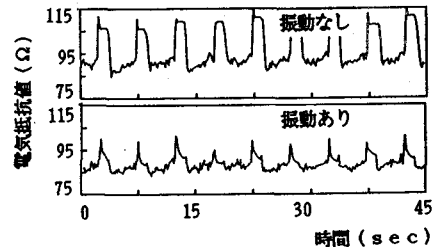


図-5 コンクリートの電気抵抗値
（吐量 $30\text{ m}^3/\text{h}$ 、テーバ管入口）