

クランプ式締固め振動台による R C セグメント型枠の振動伝達検討

石川島建材工業株式会社	正会員	松浪 康行
石川島建材工業株式会社	正会員	橋本 博英
東京都立大学大学院工学研究科	正会員	滝谷 是央
東京都立大学大学院工学研究科	正会員	長嶋 文雄

1. はじめに

R C セグメント作製時の振動締固め方法は、型枠が振動締固め台上で比較的自由に移動できる「分離式」と、クランプで型枠を固定する「一体式」の2種類がある。分離式は、設備が大規模になるなどの特徴があり、一体式は打設できる型枠の大きさに制約があるなどの特徴を有している。分離式については既に筆者等の振動実験結果があり¹⁾、圧力分布や加速度分布特性などを明らかにしている。一方、一体式については、振動締固め台から型枠へ伝達する振動の特性などの検討は行われているものの、振動方式に適した型枠構造の検討は不十分である。

そこで本研究は、2種類の型枠（リブ型、フラット型）を用い、実際の製造ライン上で一体式振動締固め性能試験を行い、型枠構造の違いが振動締固め性能に及ぼす影響などについて検討した。また、騒音レベルの測定も同時に行うことにした。

2. 試験方法

2-1. 型枠の種類および加振方法

型枠は、一般的に R C セグメント製造に用いられているリブ型・型枠（内径 3200×桁高 200：5 分割）と、比較検討用としてフラット型・型枠の2種類を用いた(図-1)。型枠重量は、リブ型およびフラット型ともに約 45kN に合わせ、フラット型は、重量調整のため、型枠下段に厚板（23kN）を取付けてある。型枠の特徴は、リブ型では側版にリブで補剛された薄板（ $t=13\text{mm}$ ）を用いているのに対して、フラット型は側版に厚板（ $t=25\text{mm}$ ）を用いていることである。加振方法は、クランプ式締固め振動台を用いたセグメント製造ラインで、実際のセグメント製造工程に即して行った。計測に用いた圧力計および加速度計（0.2～8000Hz）の型枠設置位置を図-2 に示す。

2-2. 計測位置

各センサーの取付け位置を図-2 に示す。圧力計として、土圧計を用いた。クランプ式振動台の加振機は周波数 60Hz の回転式である。加振機は振動台下面に取付けられており、回転方向は型枠軸方向周りに回転するものである。また、加振時に型枠は締固め振動台とクランプで機械的に連結される。型枠内へコンクリートを3回に分けて打設したが、計測はそれぞれの振動締固め時に行った。表-1 に示すように型枠種類のほかに鉄筋の有無についてもその影響を調べることにしたため、振動試験ケースは合計4ケースとなった。



リブ型・型枠



フラット型・型枠



分離式



一体式

図-1 振動試験用型枠・締固め振動台

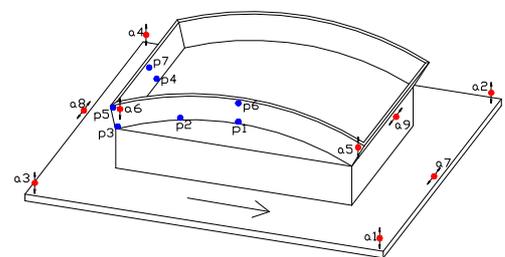


図-2 計測位置

表-1 振動試験ケース

	鉄筋無し	鉄筋有り
リブ型 (R)	R 1, R 2	R S 1, R S 2
フラット型 (F)	F 1, F 2	F S 1, F S 2

キーワード R C セグメント, 型枠, 振動, 締固め方法

連絡先 〒100-0006 東京都千代田区有楽町 1-12-1 石川島建材工業(株) TEL 03-5221-7378

3. 試験結果

3-1. 加速度パワー

計測された各波形は定常的な波形ではなく、各計測位置での分布を把握するために統計的解析が必要であった(図-3)。そこで、加速度パワーを式(1)より求めた(図-4)。

$$\frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt \approx \frac{1}{T} \sum_{m=0}^{N-1} x_m^2 \Delta t = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} x_m^2 \Delta t = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} x_m^2 \quad (1)$$

その結果、一体式における型枠垂直方向の加速度パワーは、リップ型、フラット型の型枠構造による影響を確認することができなかった。鉄筋無しと鉄筋有りの比較より、鉄筋有りが鉄筋無しの約4倍の加速度パワーを示していた。締固め振動台の垂直方向の加速度パワーは、7.4G²であり、鉄筋有りでは入力加速度パワーに対して、約3倍の加速度パワーを示しており、鉄筋無しでは、約0.9倍の値を示していた。型枠軸直角方向でも、同様な傾向であった。

同様に実験した分離式¹⁾では、鉄筋の有無の影響が少なく、型枠構造の影響を確認できた(図-5)。垂直方向の加速度パワーは、締固め振動台の加速度パワー(4.9G²)に対して、フラット型では26.0G²、リップ型では4.9G²を示していた。

3-2. コンクリート振動締固め時の振動音

締固め振動台から約2mの位置で、振動計測毎に振動音を計測した(図-6)。その結果、コンクリート打設量が増加するに従い、振動音が大きくなった。また、振動音は、型枠内にコンクリートの締固めが終了すると、0/3(型枠のみ)の振動させた振動音に近づく結果となった。振動締固めには、棒状振動機を併用していたが、棒状振動機の振動音は、型枠のみより、若干小さい振動音であった。以上より、振動音は、型枠内のコンクリート打設量の影響を受けることが確認された。打設したコンクリートの振動締固め状態の評価に振動音を使えるかについては現在検討中である。

4. まとめ

実際のクランプ式締固め振動台を用いた製造ライン上で振動締固め性能試験を行った結果、以下の知見を得ることができた。

振動締固め時、型枠に発生した加速度パワーを比較すると、型枠構造に拠らず「鉄筋あり」の場合で23.0G²であり、分離式と比較すると、一体式の振動締固め方式では型枠構造による影響が少ない。

コンクリート締固め振動時の振動音は、コンクリート打設量(載荷重量)の影響を受けて大きくなる。

参考文献:1) 松浪他：RCセグメント鋼製型枠に生じる圧力分布特性に関する検討：JCI年次論文集第25巻:pp.1447-1452

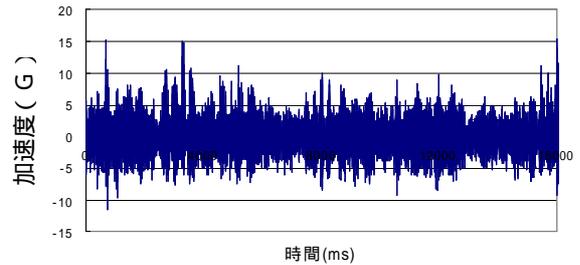


図-3.加速度波形例

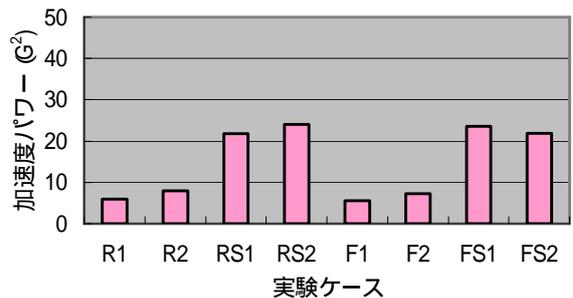


図-4.型枠に発生した加速度パワー
(垂直方向・一体式)

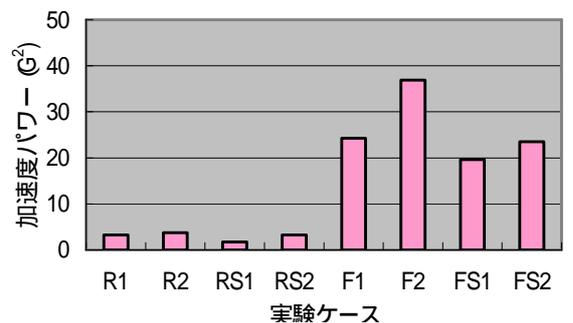


図-5.型枠に発生した加速度パワー
(垂直方向・分離式)

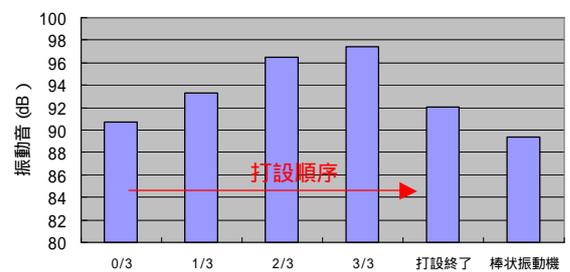


図-6.コンクリート振動締固め時の振動音