

V-12 内部振動機と表面振動機を併用して締固めた超硬練りコンクリートの圧縮強度

秋田大学 学 松田 直樹 学 山内 一努
学 吉田 明寛 学 正 加賀谷 誠

1. まえがき

RCD工法では、超硬練りコンクリートを振動ローラによって締固めるが、この場合最下部まで迅速かつ十分に締固めることが重要である。このような観点から、一つの試みとして、内部振動機を用いて予め締固めを行った後、さらに表面振動機によって締固めた超硬練りコンクリートの締固め過程の可視化観察ならびに圧縮強度試験を行ったのでその結果を報告する。

2. 実験概要

普通セメント、川砂、川砂利およびAE剤を使用した。粗骨材の最大寸法40mm、VC値 20 ± 5 秒、空気量 $4.5 \pm 0.5\%$ 、水セメント比80%、単位水量 113 kg/m^3 の超硬練りコンクリートを製造した。このコンクリートを締固め終了後の高さが30cmとなるように断面 $15 \times 15 \text{ cm}$ の角柱型わくに打込み、試作した締固め装置をコンクリート表面上に設置し、内部振動機を挿入して所定の時間締固めを行った。締固め装置の重錘入れに、一個2.5kgの重錘を2~18個入れ、質量を17~57kgに変化させた。図-1に試験体寸法および締固め装置を示す。また、内部振動機の振動数を150~240Hzに変化させて所定の振動時間締固めを行った後、表面振動機で60秒間締固めを行った。表面振動機の振動数は50Hz、振幅0.2cm、質量38kgとした。角柱型わくの側壁部せき板の一枚を透明なアクリル板とし、これを通して締固め過程の可視化観察を行った。試験体上部・下部から $7.5 \times 7.5 \text{ cm}$ 、高さ15cmの試験片を切り出し、長軸方向に載荷して圧縮強度を試験した。試験体材令は、28日でありそれまで標準水中養生を行った。なお、本研究で使用した超硬練りコンクリートの材令28日における圧縮強度は 108 kgf/cm^2 である。

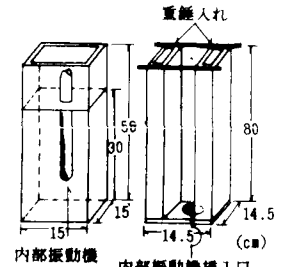


図-1 試験体寸法および締固め装置

3. 結果および考察

角柱試験体の内部振動機による締固め過程を可視化観察した結果は次のとおりであった。内部振動機近傍においてセメントペーストが流動化し始め、流動化の範囲が側方へ広がると同時に空気泡も側方へ移動する現象が観察された。内部振動機が型わく底部付近まで挿入されると、この現象は、底部付近において顕著に認められ、次第に型わく中层部さらに上層部へと伝播していき、所定の時間後、振動機を抜き取ると、コンクリート打設面に内部振動機によって形成された穴が観察された。

図-2は、一例として、締固め装置の質量37kg、内部振動機の振動数210Hzで締固めた時の振動時間と締固めの進行程度の関係であって、縦軸は試験体側面の面積に対するセメントペーストで覆われたアクリル板の面積の割合である。振動時間20秒まで面積率は急激に増加して90%程度に達し、上層部の一部を除くほとんどの部分でセメントペーストが流動化した。その後緩やかに面積率が増加して、振動時間45秒で100%に達した。従って、上層部全体のセメントペーストが流動化するのに25秒程度を要し、上層部ほどセメントペーストが流動化しにくいことがわかる。

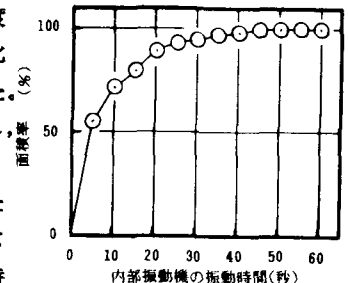


図-2 振動時間と面積率の関係

内部振動機で所定時間締固めを行った後、表面振動機で締固めを行ったときの締固め過程の可視化観察結果は次のようであった。表面振動機による締固め開始後間もなく、上層部においてペーストが上昇し始めると同時に空気泡の顕著な上昇および逸散が観察され、続いて中层部、下層部の順

にこの現象が急速に伝播することが観察された。これは、表面振動機の締固め効果が上層部から下層部に向かって伝播すること起因するのであって、予め内部振動機による締固めが進行しているため、表面振動機のみで締固めを行う場合より急速に伝播するものと考えられる。内部振動機によって形成された穴は、表面振動機によって締固め可能であることが明らかになった。

図-3は、一例として、締固め装置の質量37kg、振動数210Hzで締固めた時の内部振動機の振動時間と圧縮強度の関係を示したものであって、内部振動機で所定の時間締固めを行った後、表面振動機で60秒間締固めを行った場合の結果である。図より、圧縮強度は、上層部が下層部より小さくなること、また振動時間60秒まで増加するがこれ以後減少傾向に転じることがわかる。これらの結果より、圧縮強度が最大となるような内部振動機の振動時間が存在するのであって、本研究の場合およそ60秒となった。

図-4に内部振動機の振動数および締固め装置の質量を変えて締固めを行ったときの振動時間と面積率の関係を示す。図より振動数240Hz、質量57kgおよび210Hz、37kgではそれぞれおよそ25および45秒で面積率が100%に達したが、150Hz、17kgでは60秒間締固めを行っても面積率は85%程度となることがわかる。このことより、振動数が高く、締固め装置の質量が大きいほど短時間で広範囲にセメントペーストが流動化し、粗骨材間隙を充填することが可能であって、締固めを行う上で有利であることがわかる。

図-5は、内部振動機の振動数と圧縮強度の関係を締固め装置の質量ごとに示したものであって、内部振動機および表面振動機でそれぞれ60秒間締固めを行った場合の結果である。締固め装置の質量が17kgのとき、上層の圧縮強度は、振動数が180Hzまで増加し、その後減少するが、下層の圧縮強度は振動数の増加に伴って増加する傾向が認められる。質量37kgのとき、上層および下層の圧縮強度は振動数が210Hzまで増加し、その後減少する傾向が認められる。質量57kgのとき上層の圧縮強度は、振動数の増加に伴って減少するが、下層の圧縮強度は振動数210Hzまで増加し、その後減少する傾向が認められる。このように、振動時間は一定であるが、内部振動機の振動数および締固め装置の質量の違いによって圧縮強度が大きく異なることがわかる。これらの結果から判断して、一定振動時間で締固めたとき、上・下層間における強度差が小さく、高い強度が得られるのは、内部振動機の振動数210Hz、締固め装置の質量が37kgの場合であることがわかる。

4. まとめ

内部振動機によって超硬練りコンクリートを予め締固めた後、表面振動機によって締固めを行った場合、表面振動機のみで締固めを行う場合より急速に振動が伝播し、圧縮強度が最大となる内部振動機の振動時間が存在するものと思われる。また、内部振動機の振動数が高く、締固め装置の質量が重いほど短時間で締固めを行うことが可能であって、振動時間が一定の場合、高強度かつ上・下層の強度差が少なくなるような振動数および締固め装置の質量の組合せが存在するようである。

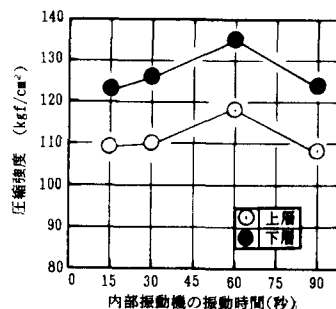


図-3 振動時間と圧縮強度の関係

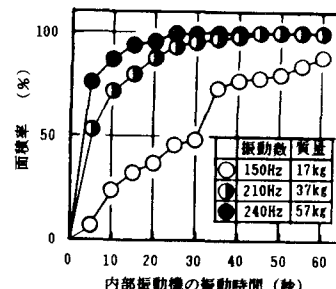


図-4 振動時間と面積率の関係

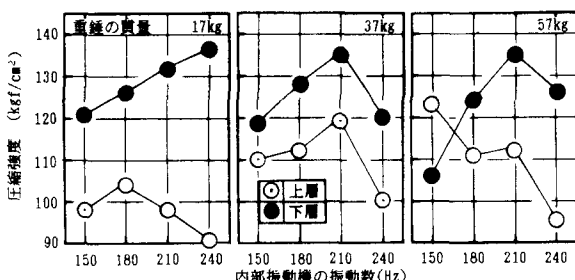


図-5 振動数と圧縮強度の関係