

打重ね時間間隔を想定したコンクリートの再振動に関する一考察

Consideration in Revibration of Concrete Assuming Time Intervals Between Placing Operations

宮田敦典¹, 中田善久¹, 大塚秀三², 新妻尚弘³*Atsunori Miyata¹, Yoshihisa Nakata¹, Shuzo Otsuka², Niitsuma Naohiro

Abstract: This Paper Investigates Revibration of Concrete Assuming Time Intervals Between Placing Operations. As a Result, Compressive Strength and Bond Strength of Revibrated Specimens Show a Tendency to Increase When Timing from Mixing to Revibrating is Longer.

1. はじめに

構造体コンクリートの品質は、コンクリート工事における運搬・打込みおよび締固めの一連の作業の良否により大きく左右されることは言うまでもない。日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事 2009」(以下、JASS 5 という)の 7 節「コンクリートの運搬・打込みおよび締固め」において、施工に関する重要な事項が記述されている。この中で、コンクリートの運搬において「コンクリートの練混ぜから打込み終了の時間の限度は、外気温が 25 未満のときは 120 分、25 以上のときは 90 分とする。」と記述され、打込みにおいて「打重ね時間間隔の限度は、コールドジョイントが生じない範囲として定め、工事監理者の承認を受ける。」と記述されている。また、打重ね時間間隔の限度は、「一律に定めることはできないが、一般的には、外気温が 25 未満のときは 150 分、25 以上のときは 120 分を目安とし、先に打ち込んだコンクリートの再振動可能時間以内とする。」と解説されている。

締固めにおける再振動は、Vollick C.A^[1]の研究が代表的であり、この報告によると、再振動を行ったコンクリートの圧縮強度は大きくなる傾向を示すとしている。しかし、これらの締固めにおける再振動の研究は、再振動を行う時間が実施工において想定される打重ね時間間隔と大きく異なる範囲で検討している。また、これらの研究の大半が圧縮強度の検討に留まっており、鉄筋とコンクリートの付着強度について不明な点が多い。

そこで、本研究は、打重ね時間間隔として想定される 150 分程度までの再振動がコンクリート構造物に及ぼす影響を明らかにするために、圧縮強度および鉄筋とコンクリートの付着強度について検討したものである。ここでは、練上りから再振動までの時間、振動時間および振動距離を変化させて検討を行ったものである。

2. 実験概要

実験項目は、圧縮強度および付着強度とした。圧縮強度は、コンクリートを練上り直後に採取し、練上り直後、練上り 45、90、120 および 150 分において再振動を行った。再振動を行う振動機は、振動テーブルおよび棒形振動機の 2 水準とし、いずれの再振動も加振時間を 15 秒の一定とした。

付着強度は、打込み方向に対する鉄筋の方向(以下、鉄筋の方向とする。)、加振距離、加振時間および練上りから再振動までの時間を変化させて実験を行った。鉄筋の方向は、コンクリートの打込み方向に対して平行方向および直交方向の 2 水準とし、加振距離は、平行方向において鉄筋から 100mm および 300mm の 2 水準とし、直交方向において鉄筋から 100mm の 1 水準とした。また、練上りから再振動までの時間は、練上り直後、練上り 45、90、120 および 150 分とし、いずれも加振時間を 5、15 および 60 秒の 3 水準とした。なお、付着強度試験は、材齢 28 日において JCI-SPC15 に準じて行った。また、コンクリートの調合は、凝結時間の異なる W/C=55% および W/C=35% の 2 水準について検討した。

3. 実験結果および考察

練上りからの時間と圧縮強度の関係を Figure 1. に示す。振動テーブルおよびコンクリート棒形振動機による再振動を行ったコンクリートの圧縮強度は、練上りからの時間が長くなると大きくなる傾向を示した。これは、再振動の作業中にブリーディングが目視により認められ

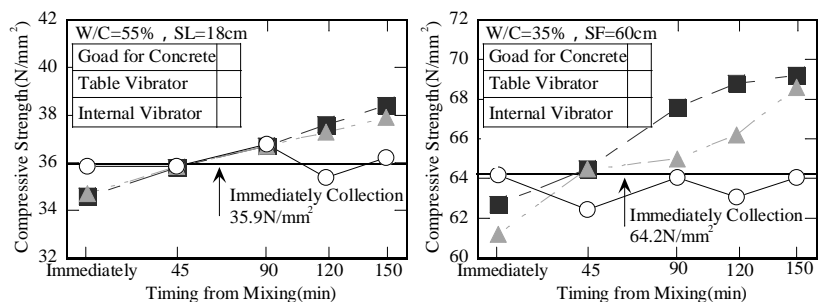


Figure 1. Relation of Timing from Mixing and Compressive Strength

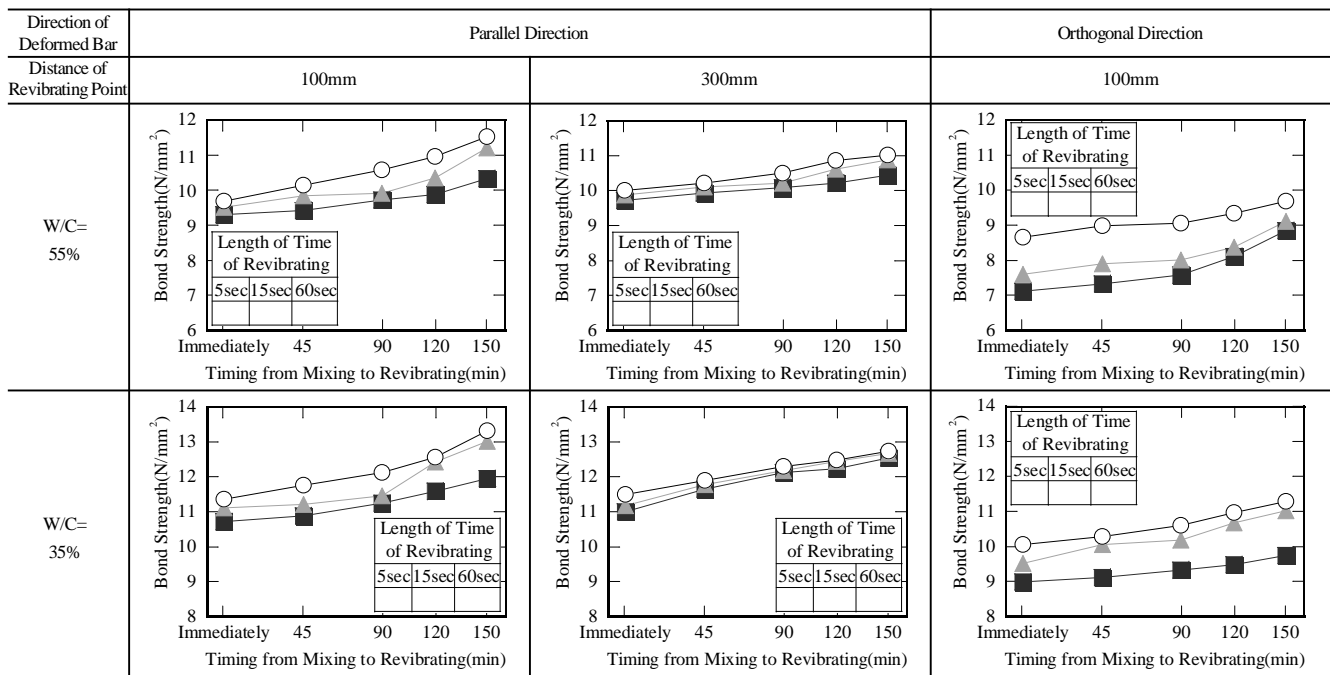


Figure 2. Relation of Timing from Mixing to Revibrating and Bond Strength

なかったものの、コンクリート中の水分の蒸発およびブリーディングにより見掛けの水セメント比が小さくなったこと、さらに、再振動により再振動を行う時間までに生じた骨材下面の空隙、ブリーディング水および水みちが取り除かれたこと^[2]が影響したためと考えられる。また、練上り直後において、振動テーブルおよびコンクリート棒形振動機による再振動を行ったコンクリートの圧縮強度は、突き棒による締固めを行ったコンクリートに比べて小さくなる傾向を示した。突き棒による締固めを行ったコンクリートの圧縮強度は、練上りからの時間にかかわらず、ばらつきがあるものの練上り直後に採取した供試体といずれもほぼ同等の値を示し、再振動を行ったコンクリートの圧縮強度は、練上りからの時間が長くなると、これより大きくなる傾向を示した。

練上りから再振動までの時間と付着強度の関係をFigure 2. に示す。付着強度は、練上りから再振動までの時間が長くなるといずれも大きくなる傾向を示した。これは、圧縮強度と同様の理由と考えられ、コンクリート中の水分の蒸発およびブリーディングによる見掛けの水セメント比が小さくなったこと、再振動により再振動を行う時間までに発生した鉄筋周囲の空隙、ブリーディング水および水みちが取り除かれたことが影響したためと考えられる。また、打込み方向に対する鉄筋の方向について、直交方向の付着強度は、平行方向に比べて小さくなる傾向を示し、練上りから再振動までの時間が同一の付着強度は、加振時間が長くなると小さくなる傾向を示した。また、直交方向の付着強度の方が加振時間が長くなると小さくなる傾向を顕著に示した。これは、打込み方

向に対して直交方向に設置された鉄筋の下面に、コンクリートの沈下および気泡などによる空隙、ブリーディング水および水みちによる脆弱部の総面積が、平行方向の鉄筋に比べて大きくなるためと考えられる。さらに、過度な振動により、試験体内部のコンクリートが不均一になったこと^[2]が付着強度に影響しているものと考えられる。

4. まとめ

再振動における振動距離と振動時間が鉄筋とコンクリートの付着強度に及ぼす影響を再振動可能時間の目安である 150分程度までについて検討した結果、締固めにおける再振動は、できるだけ遅い方が望ましいと考えられる。一方で、筆者らの一部は、締固めにおけるコンクリート棒形振動機と鉄筋の接触に関する研究^[3]において、練上りから接触までの時間が長くなると付着強度が小さくなる傾向を報告している。これを考慮すると、再振動におけるコンクリート棒形振動機と鉄筋の接触はできるだけ避ける必要があると考えられる。

5. 参考文献

- [1] Vollick C.A: Effects of Revibrating Concrete, Jour. A.C.I. "5803", pp.721-732
- [2] 張文博, 李柱国, 李潔勇, 吉村貢: 硬化コンクリートの力学性能に及ぼす振動締固めの影響に関する実験的考察, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第33巻, pp.1-4, 2010.3
- [3] 坂本英之, 中田善久, 大塚秀三, 毛見虎雄: 締固め作業における棒形振動機と鉄筋の接触がコンクリートと鉄筋の付着強度に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, No.1, pp.383-388, 2011