

コンクリートの再振動締固めに関する研究

A Study on Concrete Compaction by Re-Vibration

水田 実^{※1}

Makoto Mizuta

寺澤 正人^{※1}

Masato Terazawa

加藤 淳司^{※2}

Junji Kato

佐藤 友厚^{※3}

Tomohiro Satou

櫻井 臣央^{※2}

Tamio Sakurai

【キーワード】 コンクリート 再振動締固め コンクリート施工法 品質向上

1. はじめに

再振動締固め（以後「再振動」と呼ぶ）は、コンクリート打設および締固め実施後のある時点において、再度バイブレータで振動を与えることにより、内部の気泡・空隙を減少させて強度増進をさせるなど、品質向上に寄与する施工法として紹介されている¹⁾。しかし、その効果や具体的な施工法に関する研究事例は少ない。

そこで筆者らは、再振動の効果の評価と最適な施工方法の確立を目的として、基礎的知見を得るための室内基礎試験と実構造を模擬した壁状試験体を用いた実証試験を実施した。本報告では、模擬体実証試験の試験方法および結果を中心に、本研究で得られた知見を示す。

2. 室内基礎試験²⁾の概要

室内基礎試験では、コンクリートの調合、再振動実施時期および加振時間を試験水準とし、また、円柱供試体を用いた圧縮強度試験の結果を効果の評価指標として、再振動に関する基礎的知見の取得を行った。図-1～2に試験結果の一例を示す。ここでは以下の知見を得た。

①加振時間を40秒として再振動を実施すると、圧縮強度の増加率が高くなる。

②N式貫入試験³⁾の突き棒貫入量が100mm程度の時点で再振動を実施すると、圧縮強度の増加率が高くなる。

3. 模擬体実証試験⁴⁾

模擬体実証試験では、厚さ300mmの基礎コンクリート上に打設した高さ1000mm、長さ1495mm、幅210mmの壁状コンクリートに対して実施位置間隔を変化させて再振動を実施した。再振動の効果の評価方法は、壁状コンクリートから採取したコア供試体に対する材齢28日圧縮強度によるものとした。また、再振動時にコンクリートに発生する振動加速度を計測し、これと圧縮強度の関係を整理することで、最適な再振動実施位置間隔の決定手法を検討した。さらに、鉄筋との付着性状に及ぼす再振動の影響を把握するために、本試験に供したコンクリートを用いて鉄筋の付着試験を実施した。

3.1 試験方法

試験方法の要点を以下に示す。

①目標スランブ 18±2.5cm, 空気量 4.5±1.5%, 呼び強度

30N/mm²のコンクリートを試験に供し、その調合は、水セメント比49.1%, 単位水量184kg/m³とした。

②図-2に示した室内基礎試験での知見を基にして、再振動は、壁状コンクリート打設直後の締固め（10秒間）の後に、N式貫入試験の突き棒貫入量が100～120mm程度になった時点で、1箇所あたり40秒の加振時間にて、図-3に示す位置で連続的に3回実施した。その際、バイブレータはコンクリートに360mm挿入した。なお、締固め、再振動ともに直径40mm長さ400mmの高周波バイブレータ（200V 振動周波数200Hz）を使用した。

③コンクリートに発生する振動加速度は、図-3に示す位置に、加速度センサを頭部に配置したアルミ製平棒を挿入して、サンプリング間隔0.0001秒にて測定した。なお、測定する加速度の方向は壁軸直角方向とした。

④再振動の効果評価は、図-3に示す位置にて採取したコア供試体（φ100×200mm）による圧縮強度（材齢28日）と、別途、再振動をしないで作製した円柱供試体での平均圧縮強度（参照強度）との比較で実施した。

⑤再振動の鉄筋付着性状への影響度把握は、D25(SD345)の鉄筋を用いて、再振動を実施して作製および実施しな

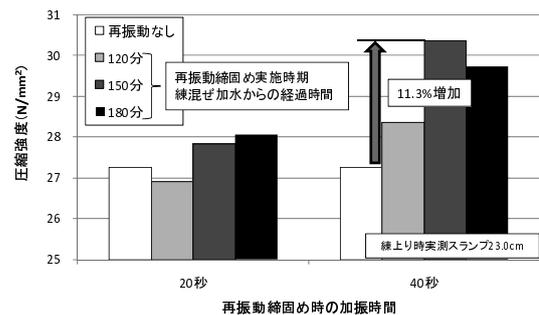


図-1 再振動時の加振時間と圧縮強度の関係図

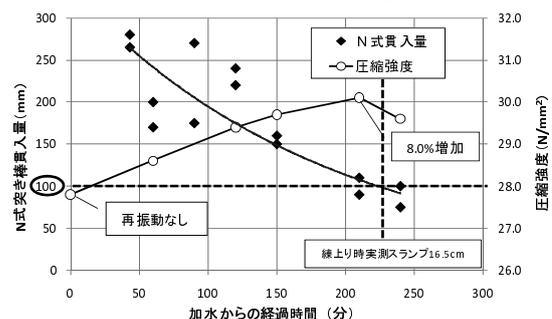


図-2 N式貫入試験突き棒貫入量と圧縮強度の関係図

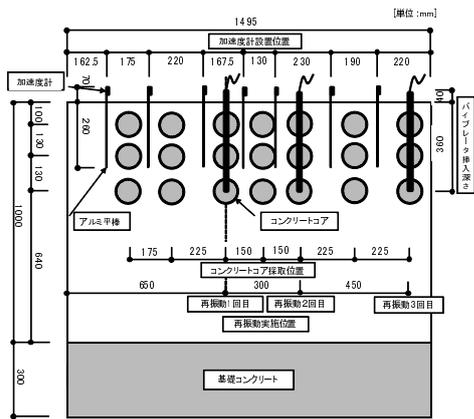


図-3 再振動実施位置、加速度計測位置、コア採取位置図
いで作製した供試体を用いて、JSTM C 2101(1999)に準拠して実施した。

3.2 試験結果と考察

図-4に壁体コンクリートのコア圧縮強度の分布、図-5に再振動時にコンクリートに発生した最大加速度振幅の分布、図-6に深さ230mm、360mmのコア供試体採取位置における最大加速度振幅の累計値と圧縮強度の関係、図-7に再振動の実施有無による平均付着強度の比較を示す。これらより、以下の知見・考察が得られる。

①再振動を実施した場合、深さ方向ではパイプレータの中央から先端位置(深さ230~360mm)で圧縮強度の増加が顕著であり、再振動を実施しない場合と比べて10~20%程度の圧縮強度を増加させる(図-4)。また、水平方向については、再振動の実施位置において強度増加が大きい(図-4)。

②再振動による最大加速度振幅累計値の増大とともに圧縮強度が増加する傾向が認められ(図-6)、最大加速度振幅累計値は、約3000gal時点から強度増加が始まり、

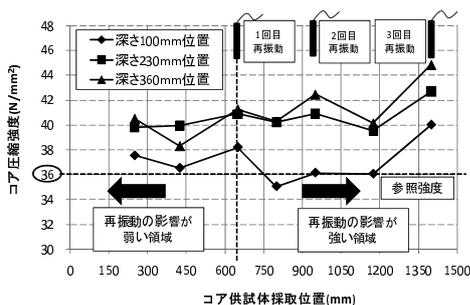


図-4 壁体コンクリート圧縮強度分布図

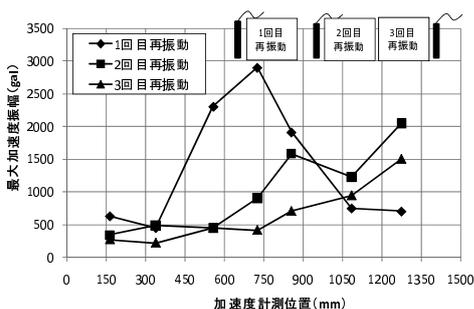


図-5 コンクリートに発生した最大加速度振幅分布図

約5000galでは3000galに比較して約10%程度の圧縮強度の増加が見込むことができる。

③本試験結果と実施工性を考慮すると、再振動実施位置間隔は、概ね450mm程度が妥当と思われる。再振動時にコンクリートに発生する振動の最大加速度振幅分布(分布の一般形は、図-5に示すような再振動実施位置を頂点とする山形と推定される)に関するデータをさらに蓄積することで、上記②に示す最大加速度振幅累計値を指標として、より最適な再振動実施位置間隔を決定できるものと考えられる。

④再振動が鉄筋との付着性に影響を及ぼすことはない(図-7)。

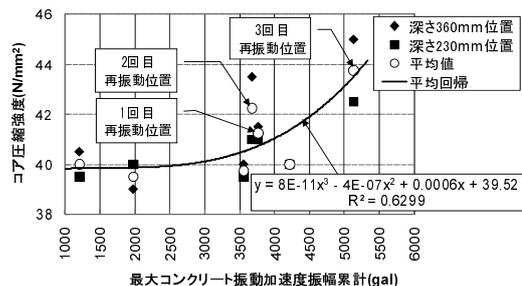


図-6 最大加速度振幅累計値と圧縮強度の関係図

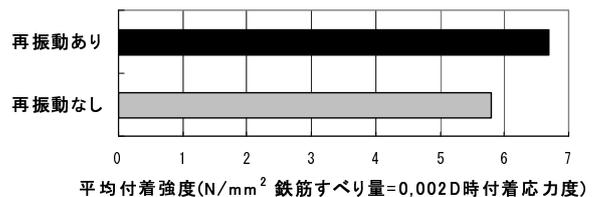


図-7 再振動実施の有無による平均付着強度比較図

4. まとめ

本研究で得られた知見をまとめると以下のようになる。

- 1) 再振動の実施は、強度増加に寄与する効果があり、本報の範囲では圧縮強度が10~20%程度強度が増加する。
- 2) 再振動によって経験する最大加速度振幅累計値の増加とともに圧縮強度が増加する傾向が認められた。従って、最適な再振動実施位置間隔は、最大加速度振幅累計値を指標として決定できる可能性があると考えられる。

今後は実施工を推進し、さらに知見収集や技術改良に努めたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 土木学会：2007年制定コンクリート標準示方書 [施工編]，pp.121-122，2007。
- 2) 加藤淳司，水田実：コンクリートの再振動締固めの実施工適用性に関する研究(その1)適用範囲，施工法，実施時期判断基準得られる効果についての室内実験結果，日本建築学会学術講演梗概集(北陸)，2010。
- 3) 土木学会：コンクリートライブラリー103 コンクリート構造物のコールドジョイント問題と対策，2000。
- 4) 水田実，加藤淳司：コンクリートの再振動締固めの実施工適用性に関する研究(その2)壁状模擬試験体による再振動締固め効果等の確認実験結果，日本建築学会学術講演梗概集(北陸)，2010。