

コンクリートの締固め特性に及ぼす鉄筋配置の影響

首都大学東京 学生会員 ○古川凌輔、正会員 宇治公隆
正会員 上野敦、正会員 大野健太郎

1. はじめに

構造物の品質を確保するためには締固めを適切に行うことが重要であり、締固めが適切でない場合、施工欠陥を引き起こすことになる。しかし、内部振動機を用いた締固めは施工環境や作業員の技量に左右されやすく、振動を与える時間や振動機を挿入する間隔は、作業員の経験や判断に委ねられているのが現状である。

本研究では、鉄筋の配置がコンクリートの締固め特性に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本実験の使用材料およびコンクリートの配合を表-1、表-2に示す。スランブおよび空気量の目標値をそれぞれ8cm、4.5%とした。

2.2 実験方法

図-1に型枠の概要を示す。型枠の内寸法は600×1000×300mmで、反射波の影響を低減するため、型枠の内側に厚さ150mmあるいは100mmのスタイロフォームを設置した。試験体はAタイプとBタイプの2体作製し、Aタイプ試験体は、図-1に示す位置に加速度センサを配置し、内部振動機の伝搬加速度を測定した。Bタイプ試験体は、加速度センサを配置せず、硬化後の試験体の表面および試験体から採取したコアを観察した。鉄筋の配置条件は3種類で、鉄筋を配置しない場合、芯間隔125mmあるいは75mmで鉄筋を配置した場合である。

鉄筋の組立図を図-2に示す。

(1) 応答加速度測定

加速度センサを用いて応答加速度を測定した。加速度センサは図-1に示すように、内部振動機の表面と、振動機から100mm間隔で400mmの位置までの計5個設置した。応答加速度は、サンプリング間隔を 1.00×10^{-4} 秒で測定した。なお、加速度分布の変化をも把握する目的で、計測時間は60秒とした。そして、測定開始から0.5~1.5秒の間での最大加速度と最小加速度の絶対値を平均したものを1秒の時点での内部振動機の応答加速度とし、秒単位で解析を行った。同様に2秒から60秒まで、各位置における応答加速度を求めた。

(2) 硬化後の試験体表面および採取コアの観察

コアを採取する試験体の締固め時間は、土木学会コンクリート標準示方書¹⁾に示されている締固め時間の目安を参考に、15秒間とした。硬化後の試験体の表面状態を観察し、表面が白く変色した部分をブリーディング発生領域と判断した。さらに、内部振動機位置から100mm間隔で400mmまでの位置で計4体コアを採取し、表面を観察した。

表-1 使用材料

種類	品質
セメント	C 普通ポルトランドセメント 密度 3.16g/cm^3
細骨材	S1 神奈川県相模原産砕砂、粗粒率 2.92 表乾密度 2.62g/cm^3 、吸水率 1.65%
	S2 神奈川県相模原産陸砂、粗粒率 1.58 表乾密度 2.65g/cm^3 、吸水率 1.52%
粗骨材	G 神奈川県相模原産砂岩砕石、粗粒率 6.41 表乾密度 2.64g/cm^3 、吸水率 1.05%
混和剤	A1 リグニンスルホン酸化合物と ポリオール複合体
AE剤	A2 アルキルエーテル系

表-2 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤 (C%)	
					水 W	セメント C	細骨材 S1 S2	粗骨材 G	A1	A2
20	8	50	4.5	40.0	161	322	582	1092	0.3	0.007

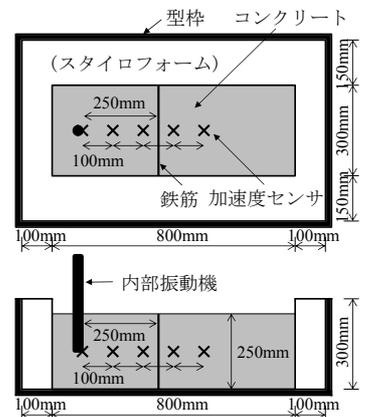


図-1 型枠の概略

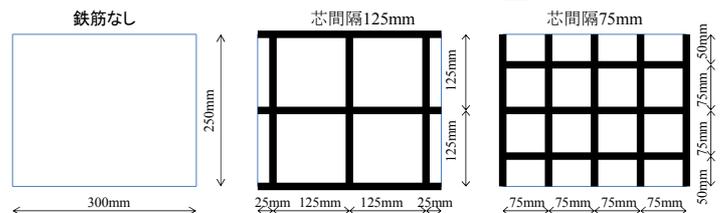


図-2 鉄筋の組立図

キーワード 締固め, 鉄筋間隔, 加速度伝搬, 内部振動機

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL 042-677-1111

3. 実験結果

3.1 応答加速度分布

図-3 に内部振動機からの距離と 60 秒間の平均応答加速度の関係を示す。内部振動機の平均応答加速度は、鉄筋を配置しない場合および鉄筋の芯間隔が 125mm、75mm の場合で、それぞれ 355m/s^2 、 364m/s^2 、 363m/s^2 であった。いずれの場合においても、概ね振動機からの距離の増大に伴い応答加速度は減少傾向にあることがわかる。しかし、振動機からの距離が 400mm の位置では、逆に 300mm の位置よりも大きい値を示した。これは振動の波が型枠内で干渉した結果、応答加速度が大きな値を示したものと考えられる。

内部振動機からの距離と、鉄筋を配置しない場合に対する鉄筋を配置した場合の応答加速度の比の関係を図-4 に示す。芯間隔 75mm の場合、芯間隔 125mm の場合に比べて応答加速度比は小さくなっており、鉄筋位置付近および鉄筋通過後では 0.6 を下回っている。

3.2 表面性状の比較

硬化後の B タイプ試験体上面の状態を図-5 に示す。目視により最遠のブリーディング発生領域と認められる部分を図中に実線で示した。本研究においては、骨材等が沈降し、ブリーディングが発生した領域を締めめが生じた領域と判断した。ブリーディング発生領域は鉄筋を配置することで小さくなり、鉄筋の芯間隔が狭いほど小さくなっている。すなわち、鉄筋を配置することによって、締めめ範囲が影響を受けることが明らかとなった。

3.3 採取コアの外観の比較

硬化後の B タイプ試験体から採取したコアのうち、内部振動機から 300mm および 400mm 位置の外観を図-6 に示す。観察された空隙を赤丸(O)で示す。鉄筋を配置しない場合、空隙はほとんど見られないのに対して、鉄筋を配置した場合、鉄筋通過後のコアに空隙が認められ、また、芯間隔が狭いほど顕著である。

これより、鉄筋の配置によって、鉄筋通過後および鉄筋位置付近のコンクリートの締めめが十分に行われなくなる危険性が明らかとなった。以上より、実務における締めめでは、鉄筋間隔を考慮し、内部振動機の挿入間隔や時間を決定することが重要であるといえる。

4. まとめ

- (1)内部振動機からの距離の増大に伴い応答加速度は概ね減少傾向にある。鉄筋の芯間隔が狭いほど、加速度伝搬に及ぼす影響は大きくなる。
- (2)鉄筋の芯間隔が狭いほど硬化後の試験体上面のブリーディング発生領域は小さくなり、締めめ影響範囲が小さくなると考えられる。
- (3)鉄筋の芯間隔が狭いほど、鉄筋通過後の位置から採取したコアの空隙が顕著になったことから、鉄筋の芯間隔に応じて振動機の挿入間隔・時間を定める必要があるといえる。

参考文献

1)土木学会：コンクリート標準示方書[施工編]、2012.3、pp.117-119

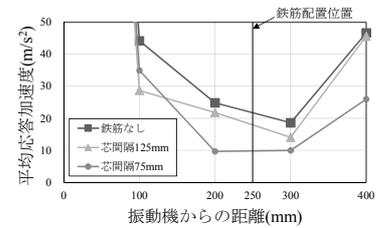


図-3 応答加速度分布

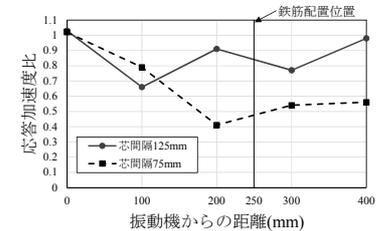


図-4 振動機からの距離と応答加速度比の関係

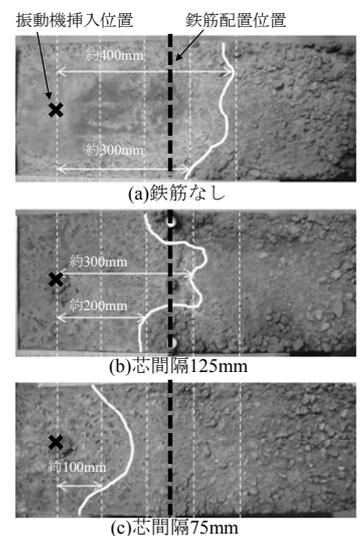


図-5 硬化後の上面状態

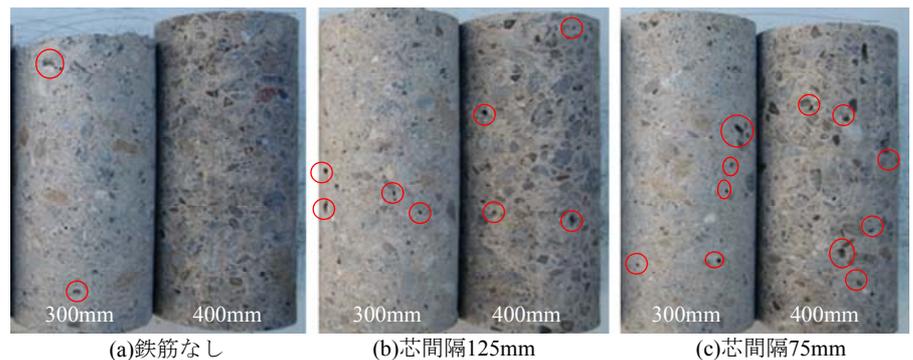


図-6 コア外観