

ポーラスコンクリートの振動締固めが及ぼす隣接区画への影響に関する実験的研究

正会員 ○藤木 諒将*
同 三島直生**
同 畑中重光***
同 中川武志****

ポーラスコンクリート 舗装 空隙率
振動締固め 締固め度

1. はじめに

ポーラスコンクリート（以下、POC と略記）は粗骨材と、これを連結するセメントペーストまたはモルタルにより構成される、内部に空隙を有するコンクリートである。この空隙により透水や、排水の機能を持つため、環境共生分野への利用が期待される。

現場で施工される POC は、施工する区画に POC を敷き均した後、上面から振動機を用いて振動締固めを行うのが一般的であり、振動締固めが POC の空隙率に及ぼす影響についても報告²⁾がなされている。

この際、POC に伝達されるエネルギーが過大であれば、POC の沈降に応じて骨材が押し下げられ、隣接する区画の上面に不陸が生じることが予測される。

このため本報では、図-1 に示すような連続した POC スラブに対する検討の前段階として、斜線で示した POC スラブの断面を想定した 2 次元の締固め挙動の把握を試みた。本実験では、図-1 中に示すように、100×100×400mm の小型の鋼製型枠を用いることで隣接区画方向以外の変形を制限した。この場合、3 次元の実験と比較して、隣接区画の隆起量は最大となる。

2. 実験概要

2.1 実験の要因と水準

表-1 に実験の要因と水準を示す。なお、振動締固めについて、締固め度すなわち目標空隙率の達成度を水準に含むため、打込みの際には、所定の試験体高さを満足するように管理を行った。

2.2 使用材料および調査

使用材料として、セメントに普通ポルトランドセメント、粗骨材に硬質砂岩の砕石6号（実積率58.2%）を使用し、目標空隙率25%、単位粗骨材量を1554kg/m³とした。

2.3 試験体作製方法

POCの練混ぜには容量30Lの揺動攪拌型ミキサーを用い、練混ぜ方法はセメントペースト先練りとした。セメントおよび水をミキサーに投入し、50rpmで30秒間練り混ぜた後、ミキサー内壁の付着物をかき落とし、200rpmで90秒間練り混ぜた。混練のあと、所定のフロー値が得られたことを確認した後に、粗骨材をミキサーに投入して200rpmで120秒間練混ぜを行った。

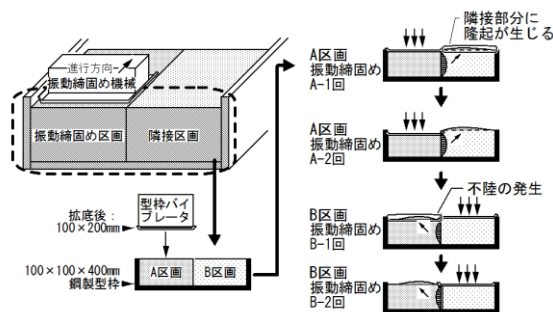


図-1 再現する領域および不陸発生概念図

表-1 要因と水準

要因	水準
締固め回数(回)	0, A-1, A-2, B-1, B-2

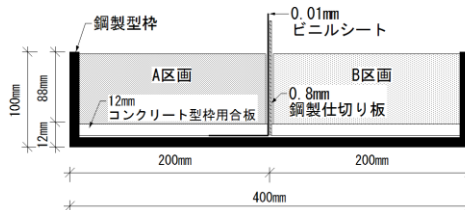


図-2 使用した型枠と仕切りの状況

練り上がったフレッシュPOCは各水準につき1本、角柱鋼製型枠(100×100×400mm)に打ち込んだ。目標空隙率に近い試験体の製造のため、試験体の容積(76×100×400mm)に応じたPOC質量を算出し、打込み量の管理を行った。また、骨材の水平移動の測定のため、図-2に示すように型枠中央で厚さ0.8mmの鋼製の仕切り板と、0.01mmのビニルシート（柔軟で骨材の移動を妨げない）により、各領域を区分して所定量のフレッシュPOCを打ち込んだ。その後、仕切り板のみを取り除き、試験体高さが88mm程度となるまでコテで敷き均した。振動締固め後、レーザー変位計で表面形状を測定した。

振動締固めには、出力280W、振動数140～180Hz、加圧面寸法100×200mm、振動機質量5.9kgの型枠バイブレータを用いた。

締固めの手順は、型枠内で軽くコテで敷き均した後のフレッシュPOCに対して、試験体の左半分（A区画）を締固め度93%まで締め固めた（A-1回）後、同区画を締固め度100%まで締め固める（A-2回）。その後、右区画（B

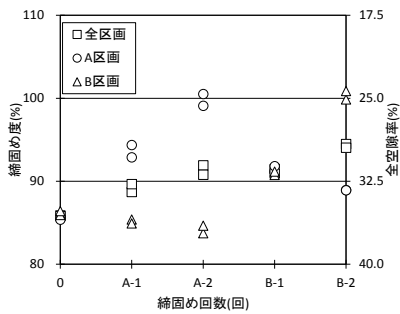
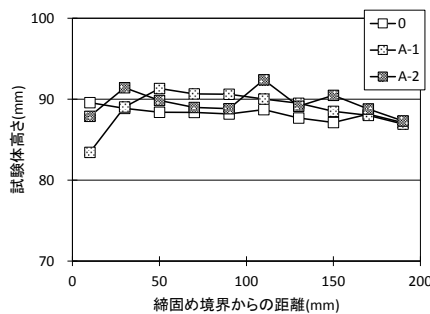
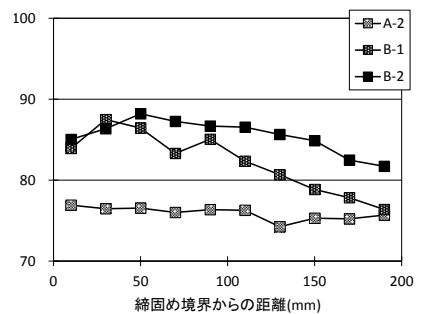


図-3 締固め回数と締固め度および全空隙率の



(a) A区画振動締固め時



(b) B区画振動締固め時

図-4 締固め境界からの距離と隣接区画の試験体高さの関係

区画)も同様に、締固め度93%(B-1回)まで締固めた後、締固め度100%(B-2回)まで強制的に締め固めた。ただし、水平方向の変位の測定するため、試験体は水準毎に作製している。

2.4 試験方法

(1) レーザー変位計による表面形状の測定

POCの表面形状の測定は、レーザー変位計を用いて行った。測定は試験体の長手方向とし、型枠付近の摩擦の影響を考慮して型枠より40mmの位置2ヶ所で計測を行った。得られたPOCの表面形状は空隙による凹凸部分を含むため、試験体長さ20mm毎に区間を設定し、区間内の最大試験体高さを代表値として用いた。

POCの振動締固めに伴う水平方向の変位の測定に関しても、試験体断面部分に対して同様の方法で計測した。また、水平変位量の算出に用いる代表値は、10mm毎に区間を設定し、区間内の重み付き平均より算出した。

(2) 空隙率の測定

POCの空隙率試験は、日本コンクリート工学会によるポーラスコンクリートの空隙率試験方法(案)¹⁾に基づき、質量法による全空隙率の測定を実施した。この際、かさ容積は20mm区間代表値を用いて算出を行った。また、締固め度も同様の算出方法を用いた。ただし、AおよびB区画の締固め度は、試験体長さを200mmで算出しており、フレッシュPOCの水平方向の移動を考慮していない。

3. 実験結果および考察

3.1 全空隙率および締固め度

図-3に締固め回数と締固め度および全空隙率の関係を示す。図より、振動締固め実施区画に関しては、目標締固め度を概ね満足しているが、締固め回数B-1回以降、A区画の締固め度が減少する傾向が見られた。これは、B区画の振動締固めに伴う骨材の移動により、A区画上面が隆起し、かさ容積が増加したためであると考えられる。

3.2 鉛直および水平方向の形状の変化

図-4(a),(b)に締固め境界からの距離と、隣接区画の試験体高さの関係を示す。図(a)より、隣接区画(B区画)

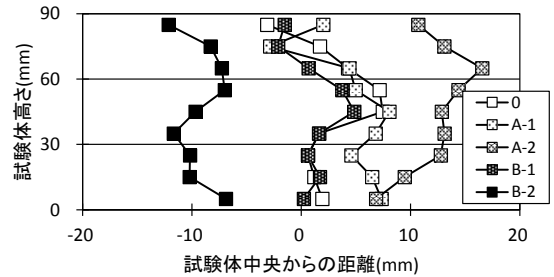


図-5 試験体中央(200mm)からの距離の分布

は、隆起がほぼ生じていないことが確認できる。これは、B区画が軽盛状態であるためと考えられる。

また、図(b)より、A-2回の試験体高さと比較し、締固め回数B-1回では、締固め境界から20~60mm付近で試験体高さが最大となっていることが確認できる。一方で、B-2回においては、締固め境界から100mm以上の地点で試験体高さが増加する傾向が見られた。これは、振動締固めの進展に伴う水平変位の増大によるものと考えられる。

図-5に、各締固め回数の試験体中央(200mm)からの距離の分布を示す。図より、A区画の振動締固めにより、隣接区画への骨材の移動が生じていることが確認できる。また、B区画に振動締固めを実施した試験体においては、B-1回実施後にフレッシュPOCが試験体中央付近に戻り、その後のB-2回目で、隣接区画へのフレッシュPOCの移動量はA-2回目実施後と同程度となった。

4. まとめ

本報では、小型の型枠を用いたポーラスコンクリートの振動締固めに伴う形状の変化を、締固め度に応じて段階的に検証した。その結果、隆起の生じる領域は、振動締固め境界から20~60mmの地点で最大値となり、振動締固めの進行に伴い、影響範囲が100mm以上の地点まで推移する傾向を示すことなどが明らかとなった。

参考文献

- 性能設計対応型ポーラスコンクリートの施工標準と品質保証体制の確立研究委員会報告書：日本コンクリート工学協会，2015.6
- 森鼻泰大，中川武志，三島直生，畑中重光：実施工における振動締固めがポーラスコンクリートの空隙率および諸特性に与える影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，No.1，pp.1481-1486，2011

* 三重大学大学院工学研究科建築学専攻 大学院生
 ** 三重大学大学院工学研究科建築学専攻 准教授 博士(工学)
 *** 三重大学大学院工学研究科建築学専攻 教授 工博
 **** (株)ファイナルマーケット 代表取締役 博士(工学)

*Graduate student of, Div. of Arch., Graduate School of Eng., Mie Univ.
 **Assoc. Prof., Div. of Arch., Graduate School of Eng., Mie Univ., Dr. Eng.
 ***Prof. Div. of Arch., Graduate School of Eng., Mie Univ., Dr. Eng.
 ****Representative Director, Final Market Co. Ltd., Dr. Eng.