

ポーラスコンクリートの実施工における敷均しおよび仕上げ方法が空隙率に与える影響

正会員 ○森鼻泰大*1 正会員 中川武志*2
同 三島直生*3 同 畑中重光*4

ポーラスコンクリート 空隙率 施工
敷均し方法 仕上げ方法 コア供試体

1. 背景

ポーラスコンクリート（以下、POC）スラブを敷き均す場合、レーキを用いた人力による敷均し作業などが行われることが多い。この場合、作業員や作業時間など多くのエネルギーを要するだけでなく、品質にばらつきが発生する可能性が高い。このような問題を解決するため、筆者らは、写真-1 に示すような POC スラブの敷均しを連続的かつ効率的に行う施工機械を考案した。

また通常、敷均し後の仕上げ方法として、コテ仕上げ以外には、プレートランマまたは振動ローラによる締固めが行われる。既存のこれらの振動締固め機では、強力に締め固められる一方で、表層に起伏が発生するために、施工は困難なものとなる。また、施工性やコストを考慮すると、水セメント比が 40%程度以上と相対的に大きいフレッシュ POC を使用し、高い空隙率を確保するために締固めも控え目とすることが現実的な場合もある¹⁾。

これに対して、筆者らは、写真-2 に示すような POC 仕上げ機を考案した。同機械は過度の締固めを行わず、品質の安定した、かつ、起伏のない表層に仕上げをすることを目的としている。

以上の POC 敷均し機と POC 仕上げ機を使用することにより、品質の安定した POC スラブを容易に、効率良く施工することが可能となると考えられるが、その性能は現段階では十分に把握されていない。そこで、本研究では、これらの機械を使用した場合に施工される POC スラブの空隙率を測定し、機械の性能および空隙率の制御方法を検討した。

2. 実験方法

2.1 要因と水準および測定項目

本実験の要因と水準を表-1 に示す。本実験で採用した設計空隙率は、過去に実施工された POC 舗道の実績²⁾から、妥当と思われる値である 30%とした。測定項目は空隙率とし、「空気室圧力法を応用したポーラスコンクリートの空隙率測定方法」²⁾に従って測定を行った。

2.2 使用材料、調合および練混ぜ

本実験で使用した材料の種類と特性値を表-2 に、調合表を表-3 に示す。

練混ぜは、バックホーを使用して鋼製バケット内で行った。最初にセメントと骨材を十分に空練りし、その後、水を順次投入していき練混ぜを行った。その後、練り終わったフレッシュ POC はバックホーを使用し、敷均し機に積載した。

2.3 敷均し、仕上げおよび供試体の作成方法

本実験で施工し、コア抜きを行った POC 供試体の配置とその水準を図-1 に示す。



写真-1 POC 敷均し機



写真-2 POC 仕上げ機

表-1 要因と水準

要因	水準
敷均し方法	POC 敷均し機, レーキ
仕上げ方法	POC 仕上げ機 (重量: 46.2kg, 55.2kg, 65.3kg), プレートランマ, コテ仕上げ, 仕上げ無し
仕上げ回数	0回, 1回, 4回

注) 下線: 基準の水準, 仕上げ回数: 仕上げ機およびプレートランマが POC 上を通過する回数のこと, 設計空隙率: 30%

表-2 使用材料の種類と特性値

種類	特性値
セメント	普通ポルトランドセメント 密度: 3.15g/cm ³ , 比表面積: 3150cm ² /g
水	水道水
粗骨材	単粒度砕石 6号 (5~13mm: 三重県伊賀市真泥寺東山産), 表乾密度: 2.658g/cm ³ , 実積率: 58.6%

表-3 調合表

設計空隙率 (%)	W/C (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	G (kg/m ³)
30	45	67	149	1559

注) W: 水, C: セメント, G: 砕石

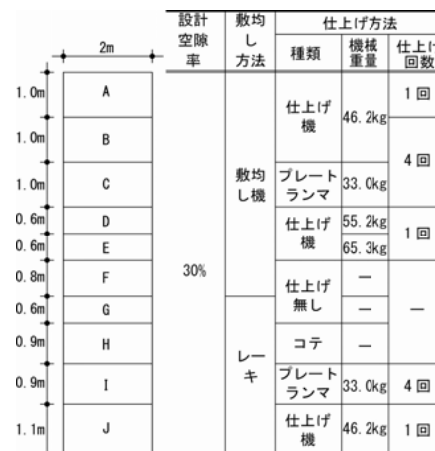


図-1 POC 供試体の配置とその水準

敷均し厚さは、敷均し機およびレーキともに 160mm とした。仕上げ機は、重りを追加できる仕様となっており、本実験では POC 仕上げ機（総質量：46.2kg）に 9.0kg（総質量：55.2kg）または 19.1kg（総質量：65.3kg）の 2 水準の重りを追加することにより加圧力を増加させた。仕上げ無しは、敷き均した状態のまま、仕上げを行わないものとした。

養生は実際の施工を想定し、屋外暴露養生とした。材齢 14 日目にコア抜きを行い、両端部の研磨を行った後に、材齢 19 日目に空隙率を測定した。

3. 実験結果

設計空隙率を 30%とした場合の敷均し・仕上げ方法と空隙率の関係を図-2 に示す。仕上げ無しの場合に、敷均し機で設計空隙率に対して+9%、レーキで+5%程度となっている。仕上げ後の空隙率は、敷均し方法によらず、POC 仕上げ機で 1 回仕上げた場合は、仕上げ機の質量に関係なく設計空隙率程度、POC 仕上げ機（重り無し）で、4 回仕上げた場合は設計空隙率から-8%程度、プレートランマで 4 回仕上げた場合は、-10%程度であることがわかる。また、コテ仕上げは、仕上げ機（重り無し）で 1 回仕上げた場合と同程度の締固め程度となっている。

以上の結果から、仕上げ機の通過回数により POC の空隙率を制御することができ、仕上げ後の空隙率には敷均し方法の影響は小さいことがわかる。また、仕上げ機の重量の変更は空隙率の制御に対してあまり効果的ではないといえる。

振動締固めエネルギーと空隙率の関係を図-3 に示す。ここで、同図中の実線は指数近似曲線であり、切片は仕上げ無しの場合の空隙率の値としている。以下に、振動締固めエネルギーの算出に用いた式³⁾を示す。

$$E=2a(W+F/2)n \cdot t \cdot 1/S \quad (1)$$

- E : 振動締固めエネルギー(N・m/m²)
- a : 振幅(m)
- n : 振動数(Hz)
- W : 振動機の荷重(m²)
- S : 加圧面積(m²)
- F : 起振力(N)
- t : 締固め時間(t)

図-3 よれば、空隙率は振動締固めエネルギーと高い相関が見られる。また、POC 仕上げ機の質量を変更しても空隙率に差がないのは、振動締固めエネルギーが大幅に変化しないためであることがわかる。

4. まとめ

本実験の結果から得られた知見を以下に示す。

- 1) 仕上げ方法が同一であれば、敷均し方法によらず、仕上げ後の空隙率はほぼ同程度となる。
- 2) 仕上げ回数によって空隙率を制御することが可能である。また、仕上げ機の重量の変更は POC の空隙率制御に対してあまり効果的ではない。
- 3) 試作した仕上げ機で 1 回だけ仕上げた場合には、コテ

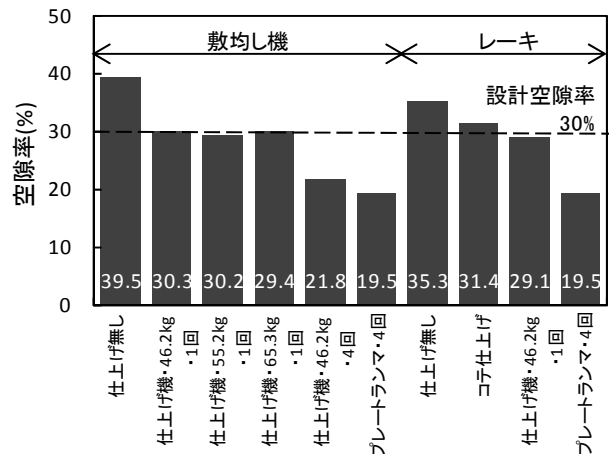


図-2 敷均し・仕上げ方法と空隙率の関係

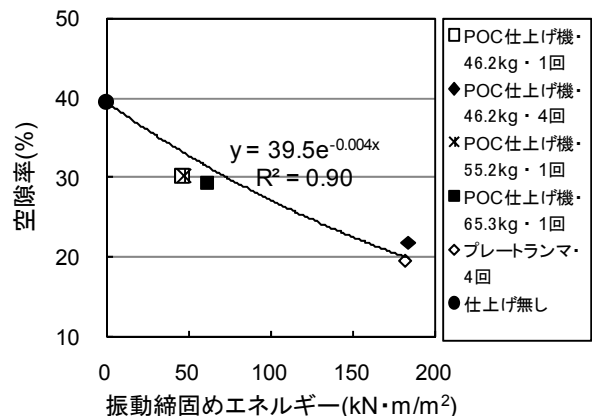


図-3 振動締固めエネルギーと空隙率の関係

仕上げと同程度の空隙率となり、本実験の基本調査では空隙率は設計値程度となった。

- 4) 振動締固めエネルギーと空隙率には高い相関がある。

【参考文献】

- 1) 中川武志, 畑中重光, 三島直生, 松村豪: 住空間における意匠性に配慮した複層ポーラスコンクリート歩道の施工実験, コンクリート工学, Vol.46, No.12, pp.20-27, 2008
- 2) 中川武志, 畑中重光, 三島直生, 湯浅幸久, 前川明弘: 空気室圧力法を応用したポーラスコンクリートの空隙率測定法, 日本建築学会構造系論文集, No.629, pp.1043-1050, 2008
- 3) 湯浅幸久, 畑中重光, 三島直生, 前川明弘, 宮本高秀: ポーラスコンクリートの振動締固めに関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文集, No.552, pp.37-44, 2002

【謝辞】

本研究を行うにあたり、佐野裕太君(三重大学卒業生)の助力を得た。また、研究費の一部は平成 21 年度日本学術振興会科学研究補助金・基礎研究(B)(代表者:畑中重光)によった。付記して謝意を表す。

*1 三重大学大学院工学研究科建築学専攻・大学院生

*2 川島工業・専務取締役・博士 (工学)

*3 三重大学大学院工学研究科建築学専攻・准教・博士 (工学)

*4 三重大学大学院工学研究科建築学専攻・教授・工博

*1 Graduate Student, Div. of Arch. Graduate School of Eng. Mie. Eng.

*2 General Manager, KAWASHIMA Co.Ltd, Dr. Eng.

*3 Assoc. Prof., Div. of Arch., Graduate School of Eng. Mie Univ., Dr. Eng.

*4 Prof., Div. of Arch., Graduate School of Eng. Mie Univ., Dr. Eng.