

汎用的な締固め不要コンクリートの打込み高さに関する検討

鹿島建設(株) 正会員 ○荒川 遥 香島和輝 松本修治 橋本 学 芦澤良一 渡邊賢三 柳井修司
千葉工業大学 正会員 橋本紳一郎

1. はじめに

近年、技能者不足が深刻化しており、コンクリートの打込みでは省人化による生産性向上技術が求められている。その技術の一つに、高流動コンクリートが挙げられる。高流動コンクリートは締固めが不要である上、自由落下高さを大きくできる、流動距離を長くできるなど、施工上の利点がある。しかしながら、高価となるため、狭隘箇所など締固め作業ができない特殊な施工条件で限定的に適用される場合がほとんどである。そこで、筆者らは、安価で一般的な RC 構造物を対象とする締固め不要コンクリート（以降、GP-SCC と記す）の開発に取り組んでいる¹⁾。本稿では、GP-SCC に許容される自由落下高さを把握するために行った実験の結果について述べる。

2. 実験概要

2.1 自由落下実験

GP-SCC は、レディーミクストコンクリート工場でベースコンクリートを製造し、現場到着後に粉末分散剤をトラックアジテータに後添加し、5 分間高速攪拌して製造した。表-1

表-1 使用材料

名称	記号	①自由落下実験	②打込み実験
水	W	地下水	上澄水
セメント	C	普通ポルトランドセメント,密度:3.16g/cm ³	普通ポルトランドセメント,密度:3.15g/cm ³
細骨材	S1	砕砂,表乾密度:2.63g/cm ³ ,粗粒率 3.10	山砂,表乾密度:2.62g/cm ³ ,粗粒率 2.59
	S2	山砂,表乾密度 2.59g/cm ³ ,粗粒率 1.70	
粗骨材	G	砕石 2005,表乾密度:2.65g/cm ³ ,実積率:59.4%	砕石 2005,表乾密度:2.69g/cm ³ ,実積率:60.1%
混和剤	Ad1	AE 減水剤,主成分:リグニンスルホン酸塩,ポリカルボン酸系化合物	
	Ad2	AE 剤,主成分:樹脂酸系界面活性剤	
	AD-P	粉末分散剤,主成分:リグニンスルホン酸塩	

に使用材料、表-2 にコンクリートの配合を示す。ベースコンクリートは、単位水量が 175kg/m³、単位セメント量が 320kg/m³で目標スランプ 15±2.5cm とした。GP-SCC の目標スランプフローは 525±75mm とした。

既往の文献²⁾を参考に、図-1 に示すような打込み時のコンクリートの自由落下を模擬した実験を行った。具体的には、内径 125mm の円筒管の下部を予め板で閉じた状態で、約 2.5L（約 5.7kg）のコンクリート試料を充填した後、板を素早くスライドさせることで円筒管の下部を開放し、試料を自由落下させた。自由落下高さは、コンクリート標準示方書〔施工編〕³⁾に示される、標準的な施工方法の上限である 1.5m を中心とし、0.5m および 2.0m の 3 水準とした。落下した試料の中心から最も飛散した粗骨材までの距離（最大飛散距離）を測定し、その距離をコンクリートの材料分離抵抗性の評価指標とした。実験は各 1 回ずつ行った。

表-2 コンクリートの配合

No.*1	W/C (%)	Gvol (L/m ³)	単位量(kg/m ³)					混和剤(C×%)		
			W	C	S1	S2	G	Ad1	Ad2	AD-P
①	54.7	302	175	320	421	561	800	0.7	1.0A ²⁾	0.14
②	54.7	305	175	320	981		820	0.7	2.5A ²⁾	0.19

*1：①自由落下試験，②打込み実験

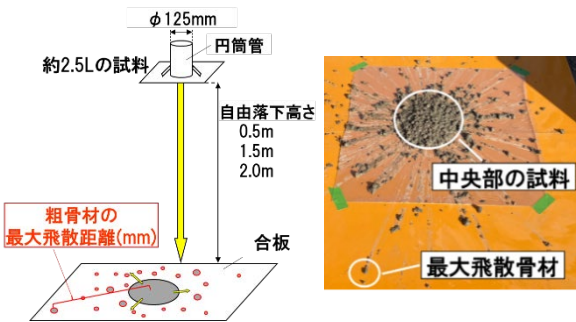


図-1 自由落下実験の状況

2.2 打込み実験

自由落下実験の結果を踏まえ、コンクリートポンプを使用した実規模の打込み実験により、自由落下高さの影響を確認した。表-1 に使用材料、表-2 にコンクリートの配合を示す。ベースコンクリートは、自由落下実験と同様に、単位水量が 175kg/m³、単位セメント量が 320kg/m³とした。

打込みは、ピストン式のコンクリートポンプのブームにより、写真-1 に示すように吊るし打ちで行った。自由落下高さは、0.2m と 1.5m の 2 ケースについて検討した。打込み速度はいずれも 30m³/h とし、打込み箇所の高さが

キーワード 締固め不要コンクリート、粉末分散剤、後添加、自由落下高さ、材料分離抵抗性

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

200mm に到達するまで連続的に打込みを行った。コンクリートの硬化後、打込み箇所にてφ100mmのコアを採取し、圧縮強度（JIS A 1108）、静弾性係数（JIS A 1149）、気中重量と水中重量から算出した単位容積質量およびコア側面の5mm以上の粗骨材面積率を測定した。コアは各ケース3体ずつ採取し、試験に供した。

3. 実験結果

3.1 自由落下実験

ベースコンクリートのスランプは16.5cmであり、粉末分散剤をC×0.19%後添加することで、スランプフロー485mmとなった。

図-2に各自由落下高さにおける粗骨材の最大飛散距離を示す。同図には、既往の文献²⁾に示される単位セメント量320kg/m³、スランプ12cmの場合のデータを併記する。GP-SCCでは、自由落下高さが大きいほど、粗骨材の最大飛散距離が大きくなった。また、自由落下高さを1.5mとした場合に、スランプ12cmのコンクリートと同程度の最大飛散距離となった。このことから、スランプフロー500mm程度のGP-SCCの場合は、スランプで管理するコンクリートと同様に自由落下高さを1.5m以内に制限する必要があると考えられた。

3.2 打込み実験

圧送前のGP-SCCのスランプフローは、自由落下高さ0.2mのケースで590mm、自由落下高さ1.5mのケースで600mmとなり、両ケースとも目標値の上限に近いスランプフローとして実験を行った。

図-3にコアの圧縮強度と静弾性係数を示す。自由落下高さ0.2mでは、圧縮強度が36.2N/mm²、静弾性係数が25.5kN/mm²となった。自由落下高さ1.5mでは、圧縮強度が35.5N/mm²、静弾性係数が24.1kN/mm²となり、自由落下高さによって圧縮強度や静弾性係数がやや小さくなったが、その差は極めて小さく同等と判断された。

図-4にコア側面の粗骨材面積率とコアの単位容積質量を示す。自由落下高さ0.2mでは、粗骨材面積率が27.5%、単位容積質量が2,341kg/m³となった。自由落下高さ1.5mでは、粗骨材面積率が26.9%、単位容積質量が2,335kg/m³となり、自由落下高さによる粗骨材分布は同等と判断された。また、目視による評価でも、打込み時の自由落下による材料分離はなく、粗骨材とモルタルが一体となって打込まれる状況が確認できた。これらより、自由落下高さ1.5mでは、材料分離は生じていないと考えられる。なお、本実験にて自由落下高さ0.2mと1.5mで試験結果に差がなかったのは、先行して打ち込まれたコンクリートによって、後続して打ち込まれたコンクリートの自由落下による衝撃が緩和されたことも影響しているものと考えられる。

4. まとめ

スランプフロー450～600mm程度のGP-SCCについて、自由落下高さを1.5m以内で管理することで、自由落下による材料分離を起こすことなく、適切に打ち込むことが可能であることが示された。今後、施工時の打込み速度をさらに大きくした場合の影響についても検証し、GP-SCCを使用したより効率的な打込み方法を検討する。

参考文献

- 1) 松本ら：生産性向上に資する締固め不要コンクリートの配合設計手法に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.42，No.1，2020。
- 2) 渡邊ら：締固めを必要とする高流動コンクリートの自由落下高さによる材料分離に関する検討，土木学会第77回年次学術講演会，2022。
- 3) 土木学会：2017年制定 コンクリート標準示方書【施工編】

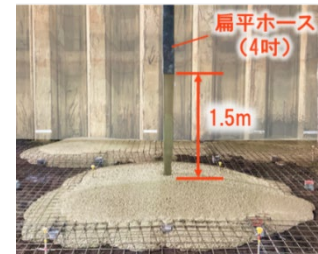


写真-1 打込み状況(自由落下高さ 1.5m)

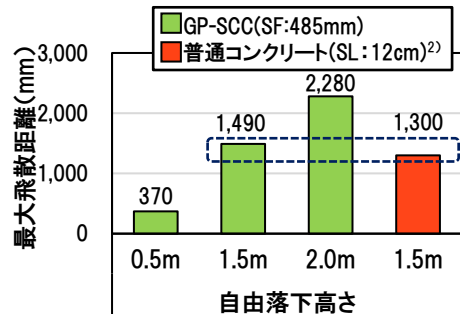


図-2 骨材の最大飛散距離

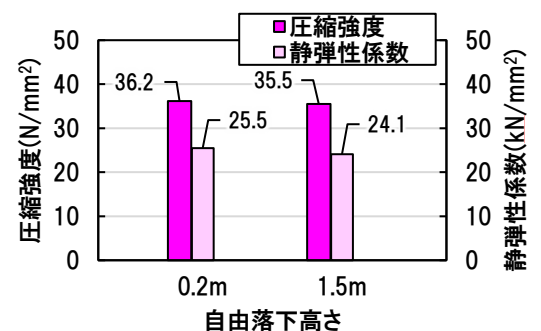


図-3 圧縮強度と静弾性係数

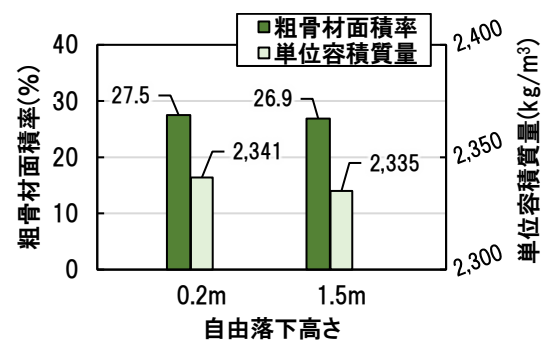


図-4 粗骨材面積率と単位容積質量