

## 汎用締固め不要コンクリートにおける材料分離抵抗性の評価手法に関する一考察

鹿島建設(株) 正会員 松本修治 荒川 遥 水野浩平 渡邊賢三 柳井修司 坂井吾郎 ○田中俊行

### 1. はじめに

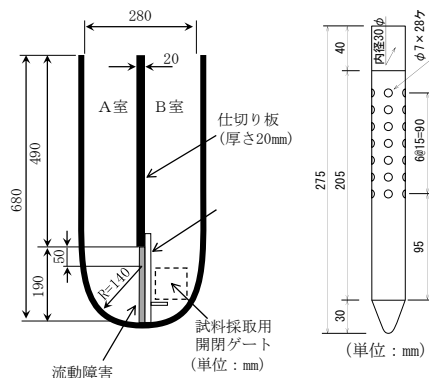
筆者らは、一般的な RC 構造物に適用しやすい締固め不要コンクリート（以降、汎用締固め不要コンクリートと称す）の開発に取り組んでいる。その検討の中で、コンクリートの材料分離抵抗性を簡易かつ定量的に評価するための新たな評価手法（以降、「U形円筒貫入試験」と称す）を考案した。本稿では、その評価手法の検討および評価の妥当性を確認するために実施した実規模打込み実験の結果について述べる。

### 2. U形円筒貫入試験

流動性の高いコンクリートの材料分離抵抗性の評価は、目視などで主観的かつ定性的に行われることが多い。一方で、材料分離抵抗性の定量的な評価手法としては、図-1a)に示すような「U形容器を用いた高流動コンクリートの充填試験方法(案)」で試験後、A、Bの両室から試料を取り出して、粗骨材を洗い出すことで行う方法<sup>2)</sup>などがある。それらは、直接的に粗骨材の分離を確認する方法としては有用であるが、多大な手間を要する。また、建築学会では、図-1b)に示すような円筒貫入試験<sup>3)</sup>という比較的簡易な試験方法も提案されているが、φ150×300mmの小さな容器に入れた試料を対象として行うため、実施工で生じる可能性があるコンクリートの上下方向または、横方向の動きに対する分離を模擬した状態での評価はできていない。そこで、筆者らは、汎用締固め不要コンクリートを対象に、U形充填試験でB室の充填高さが300mm以上となったことを確認した後、A、B室で円筒貫入試験を実施することで材料分離抵抗性を簡易かつ定量的に評価する「U形円筒貫入試験」を考案した。

### 3. 実規模打込み実験概要

室内試験で得られたU形円筒貫入試験や目視による材料分離の評価の妥当性を確認することを目的として、実規模打込み実験を行った。一般的な RC 構造物の壁を模擬した試験体に配合の異なるコンクリートを打込み、その際の流動や間隙への充填状況および硬化後の品質を評価した。硬化後の品質は、φ100mmのコアを各位置で採取し、圧縮強度試験(JIS A 1108)と静弾性係数試験(JIS A 1149)を行った。表-1に打ち込んだコンクリートの配合を示す。既往の検討配合を参考に、単位水量175kg/m<sup>3</sup>に対し単位セメント量を300kg/m<sup>3</sup>として、粗骨材絶対容積を336L/m<sup>3</sup>(No.1)と324L/m<sup>3</sup>(No.2)に変化させた。なお、本検討では、レディーミクストコンクリート工場でスランプ15cm程度となるベースコンクリートを製造し、トラックアジテータによる運搬後にリグニンスルホン酸塩を主成分とする粉末分散剤を投入・攪拌して、スランプフロー500mm程度にしてから各種試験を実施した。攪拌は、中速で3分間行った後に5分間待機させた。試験体寸法は、幅0.8m、延長3.0m、高さ0.9mとし、最小あきが75mmとなるように、主筋(D25)は100mm間隔、配力



a) U形容器の充填装置 b) 円筒貫入計  
図-1 U形容器タイプの充填装置形状  
および円筒貫入計の形状・寸法

表-1 コンクリートの配合

No.	スランプ (cm)	後添加後の スランプフロー (mm)	空気量 (%)	Gvol (L/m <sup>3</sup> )	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					Ad1 (C×%)	Ad2	後添加 AD-P (kg)
							W	C	S1	S2	G			
1	15±2.5	500±50	4.5	336	58.3	50.9	175	300	624	289	891	1.90	0.002	0.48
2	15±2.5	500±50	4.5	324	58.3	52.7	175	300	655	290	859	1.80	0.002	0.48

W: 上澄水, C: 普通ポルトランドセメント, 密度: 3.16 g/cm<sup>3</sup> S1: 砕砂, 表乾密度: 2.63 g/cm<sup>3</sup> S2: 山砂, 表乾密度: 2.59 g/cm<sup>3</sup> G: 砕石 2005, 表乾密度: 2.65 g/cm<sup>3</sup>  
実積率: 63.8%, Ad1: AE 減水剤, リグニンスルホン酸系, Ad2: AE 剤, 樹脂酸系界面活性剤, AD-P: 粉末分散剤, リグニンスルホン酸系

キーワード: 高流動コンクリート, 材料分離抵抗性, 充填性

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

筋 (D16) は 300mm 間隔で配置した。打込みは、スクイズ式のコンクリートポンプ車を用いて、平均打込み速度を 30 m<sup>3</sup>/h で、筒先を試験体の中心 (端から 1.5m 位置) で固定して、締固めを一切せずに連続的に打ち込んだ。

#### 4. 実験結果

表-2 にフレッシュコンクリートの試験結果を示す。いずれの配合も所定のスランブフロー、空気量を満足したが、No.1 は、打込み中にブリーディング水が浮き出るような分離傾向が確認された。また、図-2 に示す打込み前に行った U 形円筒貫入試験においても、No.1 は、A 室においてのみ建築指針で分離限界と考えられている流入モルタル値 30mm を越える結果であった。これは、U 形容器の A 室内に試料を詰め 1 分間静置している間にペーストや水の浮きなど上下方向の分離が生じているものと考えられる。一方、No.2 は、A 室、B 室のいずれも分離限界値に達しておらず、分離が生じていないものと考えられる。さらに A 室から B 室に移動する際に分離が助長される可能性を考慮するために、B 室の流入モルタル値から A 室の流入モルタル値を引いた値に着目すると、目視で分離傾向が確認された No.1 では -16mm に対し、No.2 は、+2mm であった。No.1 は、A 室から B 室にかけて流入モルタル値が大きく変化することが確認できた。一方、No.2 は A 室と B 室の流入モルタル値に大差がなく、間隙を通過してもモルタルの性状が変わっていないものと推察できる。

写真-1 に脱型後の状況およびコアの削孔位置を示す。分離傾向を示した No.1 でも豆板等もなく表面の状態は良好であった。なお、フレッシュ性状が良好であった No.2 の表面は No.1 と同様に良好であった。

図-3 に圧縮強度、図-4 に静弾性係数の試験結果を示す。U 形円筒貫入試験および目視により、分離傾向を示した No.1 は、No.2 と比べてばらつきが大きく、打込み口と流動先端の差よりも高さ方向 (上下) の差が大きかった。No.1 における変動係数は、圧縮強度で 7.6%、静弾性係数で 6.3% と 5.0% を超えており、1.5m 程度の流動に対するよりも、試験体の高さである 0.9m の高さ方向に対する材料分離抵抗性が不足していたものと考えられる。一方、No.2 は各位置でばらつきが小さく、変動係数が圧縮強度で 4.8%、静弾性係数で 3.8% と小さい結果であった。これは、材料分離することなく均質に打ち込めたことを示している。

#### 5. まとめ

U 形充填試験後の A 室、B 室における円筒貫入試験による流入モルタル値の差によって、スランブフロー 500mm 程度である汎用締固め不要コンクリートの材料分離抵抗性を定量的に評価できる可能性が示された。

#### 参考文献

- 1) 松本修治, 倉田和英, 柳井修司, 坂井吾郎: 生産性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, 第 42 巻, 1 号, pp.1037-1042, 2020.
- 2) 土木学会: ボックス形容器を用いた加振時のコンクリートの間隙通過性試験方法 (案), JSCE-F 701-2018.
- 3) 建築学会: 高流動コンクリートの材料・調合・製造・施工指針 (案)・同解説, 1997.

表-2 フレッシュコンクリート試験結果

No.	後添加前		後添加後			
	スランブ (cm)	空気量 (%)	スランブフロー (mm)			空気量 (%)
			1	2	平均	
1	17.5	4.4	530	527	530	4.5
2	14.5	3.0	506	503	505	3.5

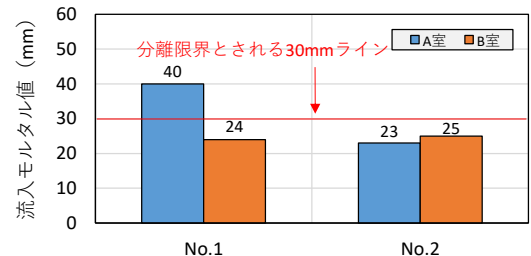


図-2 U 形円筒貫入試験の結果



写真-1 脱型後の状況とコア採取位置

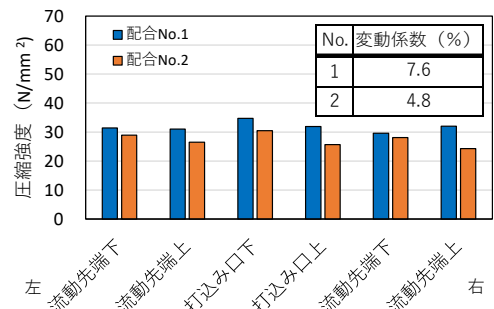


図-3 圧縮強度の試験結果

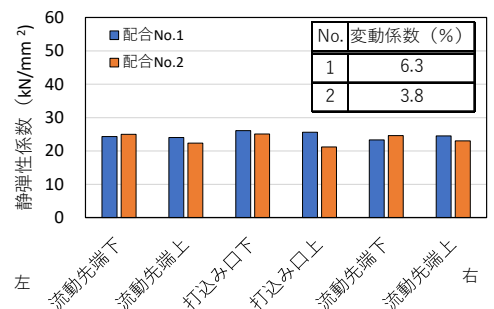


図-4 静弾性係数の試験結果