

短繊維補強コンクリートの配合に起因した充填性の定量的評価

オリエンタル白石(株) 正会員 ○中村敏之 吉村 徹
千葉工業大学 正会員 橋本紳一郎
福岡大学 学生会員 市山大輝 石川祥太

1. はじめに

コンクリート構造物におけるコンクリート片の剥落を防止する手法のひとつとして、短繊維補強コンクリート（以下、FRC）を使用する場合がある。剥落防止用のFRCは要求される呼び強度の生コンに短繊維を後から混入して製造することが多いが、短繊維の混入によりスランプが低下するため、ベースとなる生コンのスランプは単位水量や化学混和剤を増加させるなどで大きくし、短繊維混入後に所定のスランプとなるようにする。しかし、充填性を確保するためには、スランプだけでなく、間隙通過性や材料分離抵抗性などの充填性もベースとした生コンと同等であることが望ましい。そのため、コンクリート標準示方書[施工編]では、“短繊維を混入する場合は細骨材率を大きくする”と記述されているが、具体的にどの程度の細骨材率とすることで充填性が確保できるかは明確となっていない。そこで、本稿では、充填性を評価する2種類の試験を用いて、振動締固めによるFRCの配合に起因した充填性を定量的に評価した。

2. 実験概要

使用材料について、セメントは早強ポルトランドセメント（密度:3.14g/cm³）、細骨材は砕砂（表乾密度:2.63g/cm³、実績率:55.8%、粗粒率:2.76）、粗骨材は碎石（最大寸法:20mm、表乾密度:2.66g/cm³、実績率:61.2%、粗粒率:6.77）を使用した。混和剤はポリカルボン酸エーテル系高性能 AE 減水剤を使用した。短繊維はポリプロピレン繊維（密度:0.91g/cm³、公称繊維径 0.7mm、繊維長 30mm）を用いた。

表-1 に配合を示す。配合条件は水セメント比 42%、目標スランプ 12cm、目標空気量 4.5%とした。配合の要因を短繊維の混入量および細骨材率とし、短繊維混入後に所定のスランプおよび空気量となるように高性能 AE 減水剤および空気量調整剤の添加量で調整した。配合水準は、細骨材率 43%で短繊維を混入しない配合を基準配合として、短繊維の混入量は 0.5vol%（以下、P0.5%）および 1.0vol%（以下、P1.0%）とし、それぞれ細骨材率を 43,48,53%と変化させた。試験は土木学会規準「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 701-2016）」（以下、間隙通過性試験）と「コンクリートの施工性能の照査・検査システム研究小委員会（341 委員会）報告書」¹⁾で提案されるタンピン

表-1 配合

配合名	細骨材率 %	混和剤 添加率 C>mass%	短繊維 混入率 vol%	単位量 (kg/m ³)					
				水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 SP	短繊維 PP
				kg	kg	kg	kg	kg	kg
P0.0-43	43	0.65	0.0	162	386	758	1016	2.51	—
P0.5-43	43	0.85	0.5	162	386	758	1016	3.66	4.55
P0.5-48	48	0.83		168	400	833	912	3.60	4.55
P0.5-53	53	0.81		174	414	905	811	3.52	4.55
P1.0-43	43	0.95	1.0	162	386	758	1016	3.66	9.10
P1.0-48	48	0.90		168	400	833	912	3.60	9.10
P1.0-53	53	0.85		174	414	905	811	3.52	9.10



(a) 間隙通過性試験 (b) タンピング試験

写真-1 試験状況

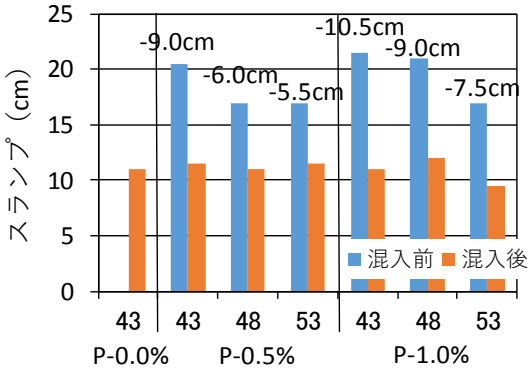


図-1 短繊維混入によるスランプの低下

グ試験とした。写真-1 に試験状況を示す。2 種類の試験から得られる間隙通過速度、B 室の粗骨材量比率、単位スランプフロー変化量で基準配合と各水準を比較し、それぞれ間隙通過性、材料分離抵抗性、変形性を評価した。また、間隙通過後の B 室の粗骨材の洗い分析と同試料で短繊維の単位量を測定し、配合における単位量に対する比率を B 室の短繊維量比率として短繊維の分離の程度を評価した。

キーワード 短繊維補強コンクリート、振動締固め、間隙通過性、材料分離抵抗性

連絡先 〒321-4367 栃木県真岡市鬼怒ヶ丘 5 オリエンタル白石（株）技術研究所 T E L 0285-83-7921

3. 実験結果

(1) スランプ

図-1 にスランプの試験結果を示す。短繊維混入によるスランプの低下は、P0.5%で5.5～9.5cm、P1.0%で7.5～10.5cmであった。短繊維の混入量が多いほど、また、細骨材率が小さいほどスランプの低下が大きくなる傾向を示した。

(2) 間隙通過性、変形性

図-2 に間隙通過速度を、図-3 に単位スランプフロー変化量を示す。同じ細骨材率43%の配合では基準配合に対し、P0.5%、P1.0%の順に間隙通過性および変形性が低下した。しかし、P0.5%では、細骨材率を増加させることでそれらの性能は改善され、細骨材率48%で基準配合と概ね同等となった。一方、P1.0%では、細骨材率の増加にともない改善はされるものの、細骨材率を53%まで増加させても間隙通過性と変形性は基準配合より下回る結果となった。特に変形性よりも間隙通過性が大きく劣ることから、間隙通過の影響が考えられ、短繊維量が多い場合には間隙通過の際に粗骨材と短繊維が干渉し、それが性能低下の一要因となっていると推察される。

(3) 材料分離抵抗性

図-4 にB室の粗骨材量比率を、図-5 にB室の短繊維量比率を示す。粗骨材量比率、短繊維量比率ともに間隙通過性や変形性と同様な傾向を示しているが、P1.0%における細骨材率48%の配合では相対的に粗骨材量比率が小さく、短繊維量比率が大きい。これまでの筆者らの研究²³⁾では普通コンクリートの間隙通過速度と粗骨材量比率は相関することを示したが、それに対し粗骨材量比率が小さい理由として、前節で推察した粗骨材と短繊維の干渉が考えられる。つまり、間隙通過性試験によるFRCの材料分離は間隙通過に対する粗骨材と短繊維の両者のバランスによるものであり、この場合、短繊維が通過しやすく、粗骨材が通過しにくかったものと考えられる。

4. まとめ

- (1) 基準配合と細骨材率が同じ場合は、基準配合に対し、短繊維混入により、振動締め固めによる充填性は低下し、短繊維の混入量が多いほど低下が大きくなる。
- (2) 細骨材率を大きくすることで、充填性は改善でき、本稿の範囲で、短繊維の混入量が0.5vol%の場合、基準配合の細骨材率43%に対し、48%に増加させることで基準配合と同等の充填性となることを定量的に示した。
- (3) 間隙通過性試験でFRCの材料分離抵抗性を評価する場合は、粗骨材量比率と短繊維量比率の両者を合わせて評価する必要がある。

参考文献

- (1) (社)土木学会：コンクリートの施工性能の照査・検査システム研究小委員会(341委員会)第2期委員会報告書、2013.11
- (2) 橋本ら：加振ボックス充填試験およびタンピング試験に

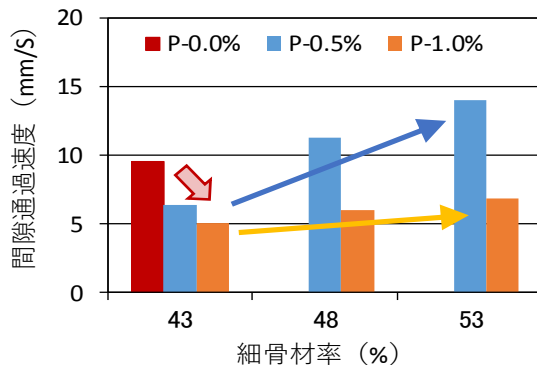


図-2 間隙通過速度

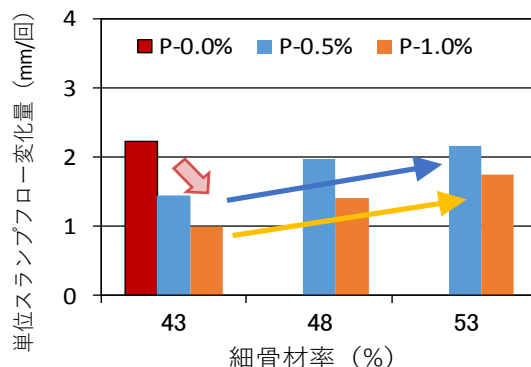


図-3 単位スランプフロー変化量

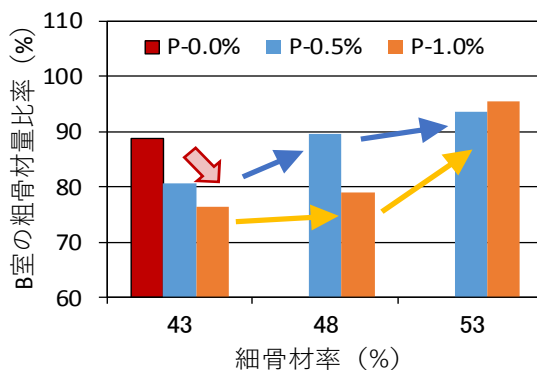


図-4 B室の粗骨材量比率

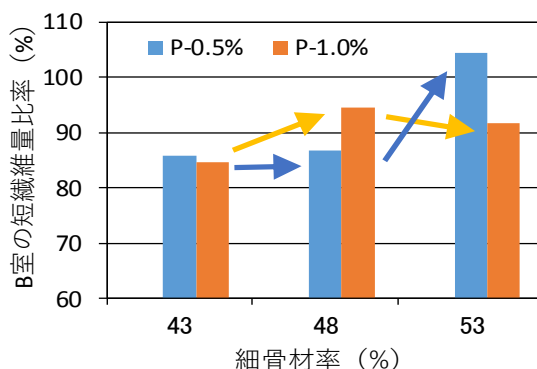


図-5 短繊維量比率

によるコリートのフレッシュ性状評価の検討、第71回年次学術講演会概要集、V-326, pp.651-652, 2016.9

3) 中村ら：間隙通過性試験およびタンピング試験によるPC部材用コンクリートの施工性能評価の検討、第72回年次学術講演会概要集、V-119, pp.237-238, 2017.9