

低水粉体比粒度調整コンクリートの収縮ひび割れに関する実験的研究

前橋工科大学 学生会員OTUVSHINJARGAL ULZIIDELGER, 畠山真 正会員 舌間孝一郎
ものづくり大学 正会員 辻 正哲
太平洋プレコン工業(株) 正会員 河野亜沙子, 門井康太, 横山滋, 長野健一

1. はじめに

近年、超高強度繊維補強コンクリート(UFC)が開発され、PC桁やPCスラブとして実用化されている。しかし、UFCの設計施工指針(案)¹⁾では、「異形鉄筋は原則使用しないことを原則とする。」と規定されており、その理由として、「主鉄筋やせん断補強鉄筋として異形鉄筋を用いると、構造部材の製作時に超高強度繊維補強コンクリートの収縮が異形鉄筋により拘束され、ひび割れが発生することがある。」と解説されている。

UFCの代表例では、セメント粒子の隙間を埋めるために、平均粒径がセメント粒子の1/10オーダーの中間粒子に石英粉(リアクティブパウダー)を用い、さらにそれら粒子の隙間を埋めるために平均粒径が中間粒子の1/10オーダーのシリカフュームを用いることで粉体粒子の最密充填化を行い、低水結合材比の高流動モルタルを実現している。また、これらすべての粉体の反応を促進するために、90℃での標準熱養生を実施し、圧縮強度が200N/mm²以上の超高度を実現している。このほか、安定した高強度を得るために、骨材寸法を2.5mm以下としたモルタルとなっている。そのため、標準配合粉体量も2254kg/m³と通常の普通コンクリートの7倍程度と大きく、さらにすべての粒子が反応するため自己収縮が大きくなっていると考えられる。

以上のことから、中間粒子として硬化作用がほとんどないと考えられるフィラーのみを使用し、硬化収縮を低減して粗骨材の使用を可能にした。その結果、単位結合材量および単位水量が減少し、さらに収縮を小さくできる可能性がある。

本研究では、中間粒子に硬化作用のない中間粒子を用い、粉体の密充填によって低水セメント比化を図ったコンクリート²⁾を鉄筋コンクリートに適用した場合におけるひび割れ発生状況を暴露試験によって検討した。これは、粒度調整による単位水量の低

減からの収縮応力の減少、低水セメント比化による強度発現の促進、さらに水硬性のない中間粒子の採用による引張クリープの増大を期待したことによる。

2. 実験概要

ひび割れの発生条件としては、硬化収縮、自己乾燥収縮及び乾燥収縮を仮定した。そのため、材齢1日で脱型し、材齢2週までの室内放置後、前橋工科大学実験棟2屋上暴露試験場に放置した。

供試体の形状は図1に示すとおりであり、鉄筋にはD6、D10およびD13を用い、鉄筋比をそれぞれ3.5%、5.5%および11.2%の3段階とした。なお、セメントには早強セメントを用い、中間粒子には炭酸カルシウム系フィラーを用いた。

コンクリートの配合条件は表-1に示すとおりである。No.①～②および⑤は、中間粒子を用いて粒度調整した配合である。No.①と②およびNo.③と④は、それぞれ粒度調整した配合および通常の配合における粗骨材の有無による影響を調べるものである。比較のために、中間粒子の絶対容積を水に置き換え算出したW/Cが39.1%の粒度調整を行わないNo.⑥、W/Cを39.1%として中間粒子を用いて粒度調整した

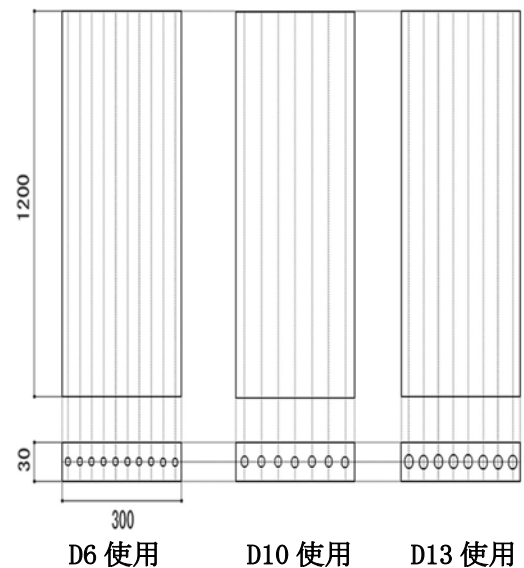


図1 ひび割れ発生試験用供試体の形状 (mm)

キーワード コンクリート, 乾燥収縮ひび割れ, 粒度調整, 高強度コンクリート, 中間粒子

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 TEL: 027-265- E-mail: shitama@maebashi-it.ac.jp

No.⑤についても実験を行った。

表 1 コンクリートの配合条件

No.	W/C (%)	単位水量 (kg/m ³)	単位粗骨材かさ容積 (α _g)	フィラー
①	23.5	214	0.00	有
②		129	0.66	
③	45.0	322	0.00	無
④		432	0.56	
⑤	39.1	450	0.64	有
⑥		558	0.64	無

※No. ⑥はフィラーの絶対容積を水で置換したもの

3. 実験結果および考察

ひび割れ発生試験結果の概要および材齢 9 週においてひび割れの確認された供試体のひび割れ図は、それぞれ表 2 および図 2 に示すとおりである。

粒度調整した W/C 23.5% の No.②のコンクリートでは、材齢 7 か月の段階においてもひび割れは発生していなかった。しかし、モルタル No.1 では、材齢 6 週で鉄筋比が最も大きい 10% の供試体のみひび

表 2 ひび割れ発生試験結果

No.	W/C (%)	α _g	鉄筋比 (%)	ひび割れ発生結果			
				材齢 (週)	長さ (mm)	幅 (mm)	本数 (本)
①	23.5	0.00	3.5, 5.5	ひび割れ発生無			
			11.2	6	12	0.10	1
②		0.66	3.5, 5.5, 11.2	ひび割れ発生無			
③	45.0	0	3.5	ひび割れ発生無			
			5.5	5	10-15	0.05	2
				1	30	0.15	1
			11.2	2	5	0.05-0.10	3
④	45.0	0.56	3.5, 5.5, 11.2	ひび割れ発生無			
⑤	39.1	0.64	3.5, 5.5, 11.2	ひび割れ発生無			
⑥	39.1	0.64	5.5, 11.2	分離したレイタンス層びうすいひび割れ発生			

割れが発生した。W/C が 45.0% の粒度調整を行わないコンクリート No.④ではひび割れは確認されなかったものの、モルタル No.③では鉄筋比が 10% および 5% の供試体にそれぞれ材齢 1 週および 5 週でひび割れが確認された。これらのことは、自ら収縮しない粗骨材の使用はひび割れの発生を防止するうえで重要な役割を果たしており、またモルタルでは粒度調整によりひび割れを抑制できることを表してる。

一方、中間粒子の絶対容積を水に置換した No.⑥では、鉄筋比が 10% および 5% の供試体に、それぞれ材齢 2 週および 9 週でレイタンス層にひび割れが確認された。しかし、同一水セメント比であっても、粒度調整した No.⑤ではひび割れは確認されなかった。これは、実験時の観察から、No.⑥では、単位水量の増大でスランプフローが 800mm 以上と大きくなり材料分離したが、No.⑤では中間粒子の添加により材料分離が抑制されたことによると考えている。

4. まとめ

本研究の結果、水硬性のない中間粒子による粒度調整によって、低水セメント比の高強度高流動コンクリートの収縮ひび割れを、通常のコンクリートよりも低減できることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 超高強度繊維補強コンクリートの設計施工指針 (案), コンクリートライブラリー113, 土木学会, 平成 16 年
- 2) 辻正哲, 舌間孝一郎, Pham Van Thai, 河野亜沙子: 高強度・高耐久コンクリートを目的とした粉体から骨材までの粒度調整方法に関する実験的研究, セメント・コンクリート論文集 71 巻, pp.494-500, 2017

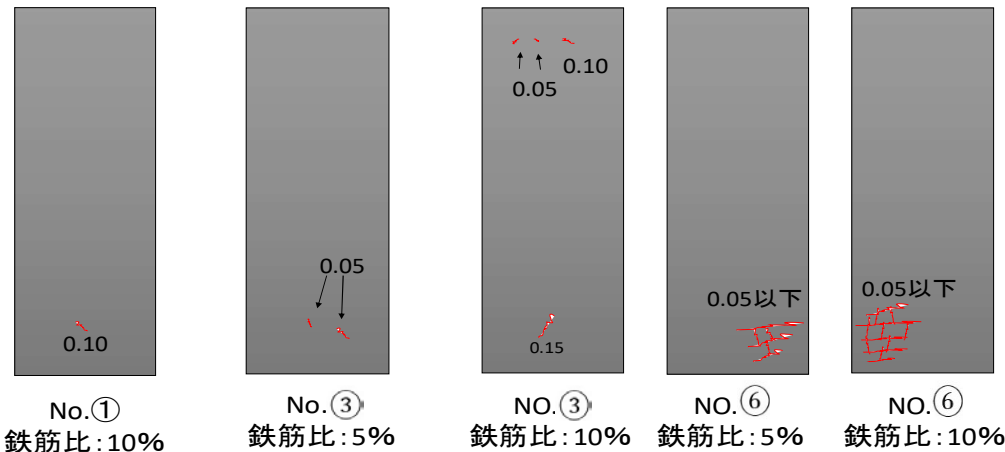


図 2 材令 9 週におけるひび割れ図 (ひび割れが確認された供試体のみ) (数値はひび割れ幅 (mm))