

## Gmax.20mm の暫定配合に関する実験的考察

名古屋工業大学 正会員 ○上原 匠  
 名古屋工業大学 正会員 武田 健太  
 名古屋工業大学 萩野 佑介

## 1. はじめに

コンクリートに使用する骨材の需要量は約 264 百万 t(2015 年度)であり、骨材供給量のうち約 7 割を砕石が占めている。耐震性能の向上に伴う配筋の緻密化もあり、供給される粗骨材の最大寸法 Gmax. は 25mm から 20mm に、要求されるスランブも高めになってきている。そこで本研究では、Gmax. 20mm の砕石を使用する AE コンクリートの暫定配合について学生実験を通して検討した。

## 2. 配合

表-1 に配合条件と使用材料を示す。今回採用した配合条件では、参考図書<sup>2)3)</sup>に準拠して算出した単位水量が、示方書の推奨する上限値 175kg/m<sup>3</sup>を超える値となる。そこで、単位水量が推奨値を超える配合 (A シリーズ) と、単位水量を 175kg/m<sup>3</sup>に固定して高性能 AE 減水剤を使用する配合 (B シリーズ) について比較検討した。B シリーズでは、単位水量を固定することで、①: 単位粗骨材量を A シリーズと同じとする配合と、②: s/a を A シリーズと同じにする配合の 2 通りが、先ず考えられる。今回は単位ペースト量の減少による施工性への影響を抑えることを考え①の方法を採用した。なお、AE 減水剤と高性能 AE 減水剤は消泡剤を用いて非空気連行にして、AE 剤を併用した。

表-2 に配合表を示す。W=186kg/m<sup>3</sup>の配合を A シリーズ、W=175kg/m<sup>3</sup>の配合を B シリーズと称する。単位水量の違いによるフレッシュ性状と強度特性の比較から、暫定配合について考察するため、化学混和剤の使用量は統一した。

## 3. 試験項目

フレッシュ試験についてはスランブ試験、空気量試験、単位容積質量試験を行った。また、圧縮強度試験、静弾性係数試験は、φ100×200mm の円柱供試体を

表-1 配合条件と使用材料

コンクリートの種類: AEコンクリート	
対象構造物	一般のRC構造物
スランブ (cm)	15
空気量 (%)	4.5
設計基準強度 $f'_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	1班: 27.0      2班: 33.0 3班: 40.0
コンクリートの圧縮強度の予測値: 研究室採用式 $f'_{cp} = 28.2 \times C/W - 16.4$ (変動係数 8(%))	
使用材料	
セメント(普通ポルトランドセメント) ・密度: 3.16 g/cm <sup>3</sup>	
細骨材(豊田産山砂) ・密度: 2.56 g/cm <sup>3</sup> ・粗粒率: 2.75	
粗骨材(瀬戸産砕石, 最大寸法20mm) ・密度: 2.71 g/cm <sup>3</sup> ・粗粒率: 6.74	
混和剤 ・AE減水剤(チューポールEX20) ・高性能AE減水剤(HP-11) ・AE剤(AE300)	

表-2 配合表

記号	$f'_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				単位量 (C×%)	
				W	C	S	G	減水剤	AE剤
A-1	27	59	46.7	186	315	800	967	1.0 (AE減水剤)	0.005
A-2	33	52	45.3		358	760	972		
A-3	40	45	43.9		413	717	970		
B-1	27	59	48.0	175	297	843	967	0.6 (高性能AE減水剤)	0.005
B-2	33	52	46.7		337	806	972		
B-3	40	45	45.5		389	765	970		

各配合ともに 6 本作製した。試験材齢は 28 日と 91 日とした。割裂引張強度試験は、φ150×200mm の円柱供試体を各配合に 2 本作製した。試験材齢は 28 日とした。曲げ強度試験は、100×100×400mm の曲げ供試体

キーワード Gmax. 20mm, スランブ 15cm, 暫定配合, 学生実験, 高性能 AE 減水剤, 単位粗骨材量

連絡先 〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 国立大学法人名古屋工業大学 土木材料研究室 TEL052-735-5493

を各配合に2本作製した。試験材齢は28日とした。供試体は全て標準養生を行った。

#### 4. 試験結果

表-3に試験結果を示す。時間に制約のある学生実験のため、スランプや空気量が目標範囲内に収まらない場合も、材料分離せずに供試体作製に不具合が無い場合は試料を適合として採用した。

**4.1 フレッシュ試験結果** Aシリーズは、Bと比較してスランプが大きい傾向が見られた。B-1の配合を除き目標スランプ値の範囲に収まった。空気量は目標空気量の範囲を超えた配合があった。今回採用した配合では材料分離は見られず、また、供試体作製においても、施工性は問題ないことが分かった。

**4.2 硬化コンクリートの物性** 空気量の差異が最大で2.8%あるが、今回は補正前の試験結果で考察した。

圧縮強度試験結果から、材齢28日から材齢91日までにいずれのシリーズでも約14~15%の強度増進が確認された。表-1に示す強度予測式と比較して、Aシリーズの近似式は  $f_c = 27.7 \times C/W - 12.4$  (決定係数: 0.9986) となり傾きはほぼ同じ、Bシリーズは  $f_c = 17.2 \times C/W + 7.2$  (決定係数: 0.9966) と傾きは小さな値となった。ただし、いずれの式も決定係数が非常に高いことから、今回採用した単位粗骨材を固定することで算定する暫定配合は短期強度の観点からは問題ないことが実験から明らかとなった。

静弾性係数試験結果からは、両シリーズとも圧縮強度の大小関係と静弾性係数の大小関係の傾向に相関性は確認できない結果となった。相関性が見られない要因に関しては、今回の結果だけでは考察できず、更なる実験データが必要と言える。

引張強度試験結果と曲げ強度試験結果から、両シリーズの引張強度の圧縮強度比や曲げ強度の圧縮強度比は、一般的な比率より大きな値となった。

圧縮強度に対する静弾性係数、割裂引張強度、曲げ強度の相関関係が、一般的に認識されている傾向に比べて差異が生じた要因には、空気量の差異や、従事者が実験に不慣れであることなどが挙げられる。

#### 5. まとめ

参考図書に従って算出した単位水量が土木の推奨値を超える場合の暫定配合の算定方法を検討した。フレッシュコンクリートの制御は、試験練りによる細骨材率や化学混和剤の修正により可能と判断される。また、材齢28日、91日の圧縮強度は、単位水量  $186\text{kg/m}^3$  のAシリーズの配合と同程度の値が得られた。したがって、本研究で採用した単位粗骨材量を固定することで算出する暫定配合の設計方法は、学生実験でも有効と言えよう。

今後は、s/aを固定した②配合や、単位水量のさらなる低減などの検討を進めることで、Gmax. 20mm以下の粗骨材の使用する目安となる暫定配合の設計手法が構築されると考える。

#### 参考文献

- 1) 経済産業省 製造産業局 素材産業課 (2017) 『骨材需給表 (新材ベース)』
- 2) 土木学会 (2017) 『2017年度制定 コンクリート標準示方書【施工編】』
- 3) 土木学会 (2019) 『土木学会実験指導書 [2019年改訂版]』

表-3 試験結果

記号	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位容積質量 ( $\text{kg/m}^3$ )	練り上がり温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	圧縮強度 ( $\text{N/mm}^2$ )		弾性係数 ( $\text{kN/mm}^2$ )		引張強度 ( $\text{N/mm}^2$ )	圧縮/引張	曲げ強度 ( $\text{N/mm}^2$ )	圧縮/曲げ
					28日	91日	28日	91日	28日	28日	28日	28日
A-1	16.5	6.5	2.20	25.5	34.4	39.2	30.4	34.1	2.27	15.2	4.36	7.9
A-2	17.5	4.1	2.25	25.8	41.2	48.7	35.7	36.2	2.47	16.7	4.65	8.9
A-3	15.5	6.3	2.21	25.8	49.0	54.7	35.4	35.4	3.28	15.2	5.63	8.7
B-1	7.0	3.8	2.28	22.1	36.1	40.5	36.4	35.6	2.66	13.6	3.85	8.8
B-2	13.0	4.6	2.24	22.4	40.5	46.3	33.6	35.7	2.91	17.3	4.45	9.1
B-3	14.5	6.6	2.22	22.4	45.2	52.8	33.1	38.6	3.68	12.3	5.45	8.3