

## B-2

## 文献調査による高流動コンクリートの調合条件に関する一考察

### Study on Mix-Propotion of High Fluidity Concrete by Literarure Surveys

○萩谷俊祐<sup>1</sup>, 中田善久<sup>2</sup>, 大塚秀三<sup>3</sup>, 宮田敦典<sup>2</sup>, 梶田佳寛<sup>2</sup>, 湯本哲也<sup>4</sup>, 平野修也<sup>5</sup>, 菊地貴志<sup>1</sup>  
 \*Shunsuke Hagiya<sup>1</sup>, Yoshihisa Nakata<sup>2</sup>, Shuzo Otsuka<sup>3</sup>, Atsunori Miyata<sup>2</sup>,  
 Yoshihiro Masuda<sup>2</sup>, Tetsuya Yumoto<sup>4</sup>, Shuya Hirano<sup>5</sup>, Takashi Kikuchi<sup>1</sup>

Abstract: The purpose of this study is to reveal conditional mix-proportions of concrete retain high-fluidity and resistance against material segregation. In addition, this paper showed preparation conditions such as unit cement content, unit water content, etc., for each target slump flow by literature surveys.

#### 1. はじめに

建築における高流動コンクリートは、高強度コンクリートの推進とともに開発され、その基本的な仕様が1997年に改定された日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事」<sup>[1]</sup>(以下、JASS 5とする)に取り入れられ、その後施工指針<sup>[2]</sup>も制定された。2000年の建築基準法の改正により、高強度コンクリートの使用が主流になり、フライアッシュや高炉スラグ微粉末などの混和材を用いたものよりもセメントのみによる高強度コンクリートでかつ高流動コンクリートが用いられるようになった。しかし、この高流動コンクリートは、どのように流動性を高めて材料分離抵抗性を付与してきたかなどの調合条件について不明な点がある。

そこで、本報告は高流動コンクリートの調合条件を明らかにするために、流動性および材料分離抵抗性を付与したと考えられるコンクリートを対象とし、文献調査を行った。ここでは、高流動コンクリートの調合条件のうち、目標SFごとに、単位セメント量および単位結合材量、単位水量、実測SFについて検討した。

#### 2. 文献調査の概要

調査対象とした文献は、1961年～2016年の間に、日本建築学会の構造系論文集、技術報告集および大会学術講演梗概集について、「軟練りコンクリート」、「流動化コンクリート」、「フローイングコンクリート」および「高流動コンクリート」のキーワードにより検索したものとした。このうち、流動性の指標となる目標スランプ(以下、目標SLとする)および目標スランプフロー(以下、目標SFとする)が掲載されている文献に限定すると834編が対象となった。なお、連番で発表されている場合には、それぞれを1編とカウントした。

対象とした文献から各調合ごとに、使用材料、調合条件(W/CあるいはW/B、単位水量、単位セメント量、s/a、単位細骨材量、単位粗骨材量など)、目標SL、目標SF、実測SL(以下、実測SLとする)および実測SF(以下、実測

**Table 1.** Classification for Imparting Material Separation Resistance and Number of Formulations for each Indicator of High-Fluidity

Classification that Imparts Segregation Resistance	W/C or W/B	Number of Mix-Propotions	Subtotal	Total
① Powder Type (Cement Only)	W/C ≤ 30	47 (8)	154 (22)	818
	30 < W/C ≤ 50	98 (14)		
	W/C < 50	9 (0)		
② Powder Type (Mineral Admixtures Including)	W/B ≤ 30	45 (7)	218 (24)	
	30 < W/B ≤ 50	171 (17)		
	W/C < 50	2 (0)		
③ Viscosity Type	W/C ≤ 30	5 (2)	293 (48)	
	30 < W/C ≤ 50	196 (38)		
	W/C < 50	92 (8)		
④ Combination Type	W/B ≤ 30	1 (2)	42 (17)	
	30 < W/B ≤ 50	36 (15)		
	W/B < 50	5 (0)		

Numbers in Parentheses can't Satisfy Target Values.

SFとする)をデータベースにした。また、材料分離抵抗性を付与する区分として①粉体系(セメントのみ)、②粉体系(混和材含)、③増粘剤系および④併用系の4つに分類した。材料分離抵抗性を付与する区分および流動性の指標ごとの調合数を **Table 1.** に示す。また、この調合数は、文献中に「目標値を満足した。あるいは、目標値を満足し、材料分離を生じていない。」と記載されていたものとした。また、文献中に、「目標値を満足しなかったもの。あるいは、目標値を満足したが、評価により材料分離を生じたと確認されたもの。もしくは、目標値を満足せず、材料分離が生じたと確認された。」と記載されていた調合数は、( )内のものとした。本報告では、高流動コンクリートの調合条件のうち、目標SFごとに、単位セメント量および単位結合材量、単位水量、実測SFについて検討した。

#### 3. 結果および考察

高流動コンクリートにおける材料分離抵抗性を付与する区分ごとの調合条件を **Fig. 1** に示す。

(1) 単位セメント量(C)および単位結合材量(B)は、いずれの材料分離抵抗性を付与する区分においてもW/Cが大きくなると小さくなる傾向を示した。水セメント比

1: 日本理工・院(前)・建築 2: 日大理工・教員・建築 3: ものつくり大学・教員・建設 4: 日大理工・研究員・建築 5: 株式会社フローリック

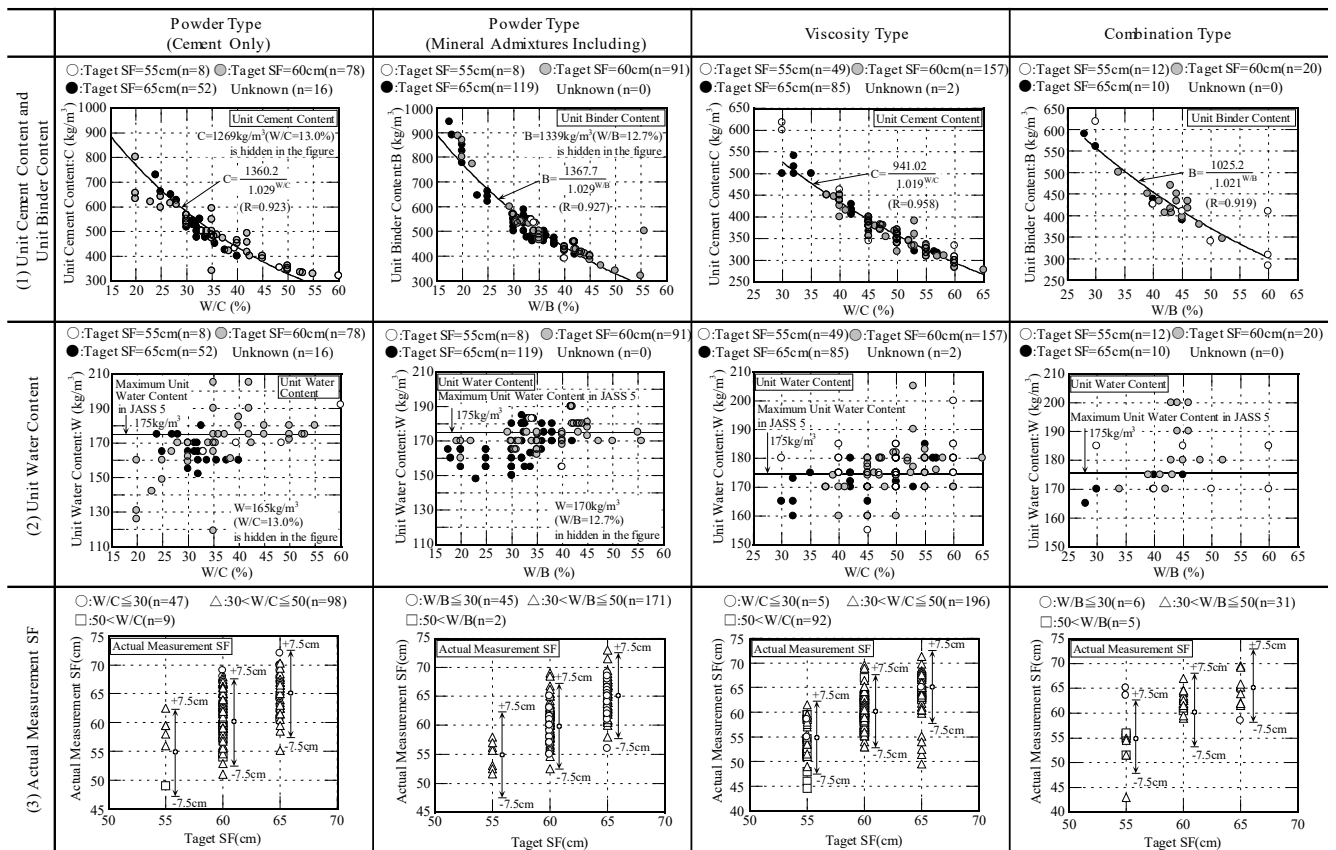


Fig. 1 Mix-Proportion to Impart Material Separation Resistance to High-Fluidity Concrete

の最小値は13%であり単位セメント量を1269kg/m<sup>3</sup>としていた。この場合は150N/mm<sup>2</sup>以上の必要な強度を得るためにシリカフェームセメントを用いており化学混和剤にセメント分散性と粘性低減性を改良した高性能減水剤を用いた調合<sup>[1]</sup>であった。また、W/CあるいはW/Bが50%を超える調合におけるCあるいはBの平均値は、粉体系(セメントのみ):329kg/m<sup>3</sup>(n=9), 粉体系(混和材含):409kg/m<sup>3</sup>(n=2), 増粘剤系:315kg/m<sup>3</sup>(n=92)および併用系:331kg/m<sup>3</sup>(n=4)であった。これは、材料分離抵抗性を付与する区分の増粘剤系が最も小さな値を示したものの増粘剤の使用量や成分によりCあるいはBが大きく異なったためと考えられる。

(2) 単位水量(W)は、いずれの材料分離抵抗性を付与する区分においてもW/CあるいはW/Bと明確な傾向を示さなかった。これは、コンクリートの調合が化学混和剤の性能により大きく変化するためと考えられる。また、単位水量が185kg/m<sup>3</sup>を超えるものは、2000年以前のものがほとんどあり、材料分離抵抗性と流動性を併せて付与させたときに生じる粘性について検討<sup>[例えば[4]]</sup>されたものが多かった。

(3) 実測SFは、いずれの材料分離抵抗性を付与する区分もJASS 5における目標SFの判定基準である±7.5cmを概ね満足している調合が多く見られた。JASS 5における目標SFの判定基準である±7.5cmのものは、1994年以降の文献が多く、混和剤として主に高性能AE減水剤

を使用していた。また、増粘剤系は他の区分よりも目標SFに対して実測SFの範囲が大きく、目標SFと実測SFの差が、最大で-10.5cmとなったもの<sup>[5]</sup>も見られた。また、化学混和剤は、特殊混和剤として新たに高性能AE減水剤に増粘成分を付与したものや高性能AE減水剤と増粘剤を併用したものが多かった。

4. まとめ

本報告は、高流動コンクリートの調合条件を明らかにするために、過去56年間に発表された文献を調査したものである。その結果、目標SFごとに、単位セメント量あるいは単位結合材量、単位水量、実測SFの関係について傾向を示し、流動性および材料分離抵抗性の調合条件を示した。しかし、これらの高流動コンクリートの調合条件は、締固め方法との関係が大きいので、今後、これらの調合条件との関係について検討する予定である。

5. 参考文献

[1] 日本建築学会:建築工事標準仕様書・同解説JASS 5鉄筋コンクリート工事,1997.1  
 [2] 日本建築学会:高流動コンクリートの材料・調合・製造・施工指針(案)・同解説, 1997.1  
 [3] 齊藤和秀, 石中正人, 井上和政, 岩清水隆, 三井健郎, 小島正朗:150~200N/mm<sup>2</sup>級超高強度高流動コンクリートの実験的研究:その1 新高性能減水剤を用いたコンクリートの特性, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), pp.897-898,2009.8  
 [4] 近藤大介, 神谷誠, 掛川俊一, 川瀬清孝:高流動コンクリートの調合に関する実験的研究 その1 流動性について, 日本建築学会北陸支部研究報告集, No.40, pp.41-44, 1997.7  
 [5] 平石信也, 笠井芳夫, 飛内圭之, 長田浩治:フローイングコンクリートの調合・流動性・強度・耐久性に関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文集, No.467, pp.9-18, 1995.1