

B-1

文献調査から見たスランプ管理のコンクリートの調合条件に関する一考察

Study on Mix Proporption of Slump Management Concrete by Literature Search

○菊地貴志¹, 中田善久², 大塚秀三³, 宮田敦典², 梶田佳寛², 湯本哲也⁴, 平野修也⁵, 萩谷俊祐¹
 *Takashi Kikuchi¹, Yoshihisa Nakata², Shuzo Otsuka³, Atsunori Miyata², Yoshihiro Masuda², Tetsuya Yumoto⁴,
 Shuya Hirano⁵, Shunsuke Hagiya¹

Abstract: This paper was investigated the mix propotion of slump management concrete by literature search. As a result, the reration between target slump of slump management concrete and unit cement countent ,unit water countent ,actual mesurement slump or sand-total aggregate ratio was shown.

1. はじめに

1953年の日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事」¹⁾(以下, JASS 5 という。)の初版において「ワーカビリティは JIS A 1101 (スランプ試験方法)に基く。」との記述に始まり 2016年の JASS 5 第13版に至るまで, コンクリートのスランプに関する記述は多岐にわたる。これは, フレッシュコンクリートに対して安易に流動性を持たせると材料分離が生じるため, スランプに制約を設けるためであるといえる。つまり, コンクリートにおいてスランプすなわち流動性を高めて併せて材料分離抵抗性を付与することが重要であることがわかる。流動性が高いコンクリートは打込み作業が容易であるため, 軟練りコンクリートに始まり, 流動性を高めて併せて材料分離抵抗性を付与したコンクリートに関する研究が行われてきた。しかし, 時代の変遷とともに流動性と材料分離抵抗性を併せて付与する調合が異なると考えられるが, それらの研究を取りまとめたものがない。

そこで, 本報告は, スランプ管理のコンクリートにおける調合条件を明らかにするために, 文献調査を行い, 目標スランプ(以下, 目標SLとする。)ごとに, 単位セメント量, 単位水量, 実測SL, 細骨材率の関係についてについて検討した。

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。なお, 「フローイングコンクリート」および「高流動コンクリート」は, 流動性や材料分離抵抗性の比較としてSL管理のコンクリートが用いられていたため, 文献調査の対象とした。このうち, 流動性の指標となる目標SL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。

Table 1. Classification for Imparting Material Segregation Resistance and Number of Formulations for Slump Management Concrete

Classification for Imparting Material Segregation Resistance	W/C or W/B	Slump Management Concrete	
		Number of Mix-proportions	Subtotal
① Powder Type (Cement Only)	W/C ≤ 30	1 (0)	334 (4)
	30 < W/C ≤ 50	157 (1)	
	W/C < 50	176 (3)	
② Powder Type (Mineral Admixtures Including)	W/B ≤ 30	0 (0)	16 (0)
	30 < W/B ≤ 50	0 (0)	
	W/B < 50	16 (0)	
	W/C ≤ 30	0 (0)	
③ Viscosity Type	30 < W/C ≤ 50	5 (0)	5 (0)
	W/C < 50	0 (0)	
	W/B ≤ 30	0 (0)	
④ Combination Type	30 < W/B ≤ 50	0 (0)	0 (0)
	W/B < 50	0 (0)	
Total		359	

Numbers in Parentheses can't Satisfy Target Values.

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, 細骨材率, 単位細骨材量, 単位粗骨材量など), 目標SL, 目標SF, 実測SLおよび実測SFをデータベースにした。そして, 流動性の指標として, 目標SL23cm未満を対象とし, 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, 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, これらの調合数を勘案して, 分類のうち, スランプ管理のコンクリートにおける粉体系(①セメントのみ)の調合条件について検討した。

3. 結果および考察

スランプ管理のコンクリートにおける粉体系(セメントのみ)の調合条件をFig 1.に示す。スランプ管理のコンクリートとして, 図中に, 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文献中において比較の

1: 日本理工・院(前)・建築 2: 日大理工・教員・建築 3: ものづくり大学・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

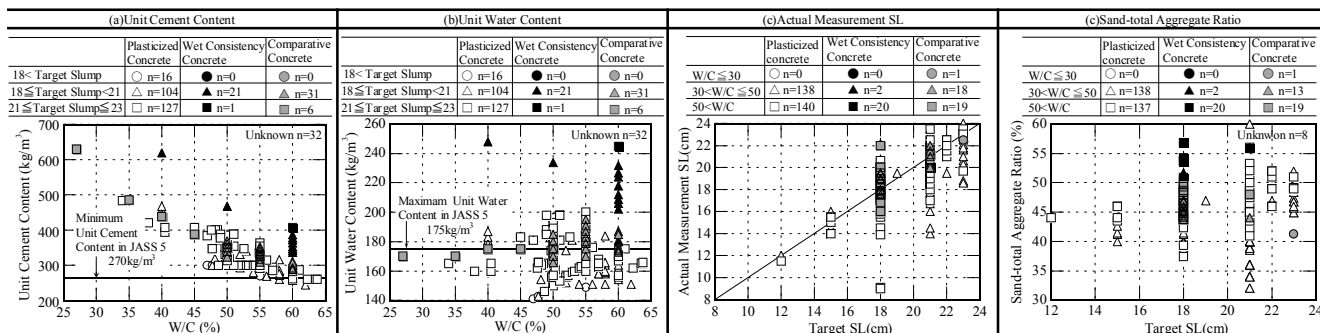


Fig 1. Mix Proportion of Powder Type(Cement Only) in Concrete of Slump Management Concrete

ために使用されていた調査をまとめて比較用コンクリートとして表記した。

(a) 単位セメント量は、W/Cが大きくなると小さくなる傾向を示し、これは、コンクリートの調査設計方法が反映されている結果といえる。ここで現在の JASS 5(14版)^[1]における単位セメント量の最小値(270kg/m³)以下としている調査(例えば[2])は18件であり、全て流動化コンクリートであった。この調査は、AE減水剤と流動化剤を用いており、材料分離抵抗性を付与するために、細骨材率を通常よりも大きくしていた。

(b) 単位水量は、ばらつきが大きいもののW/Cが大きくなると大きくなる傾向を示し、特に、軟練りコンクリートは大きくしているものが多かった。単位水量を185kg/m³以上200kg/m³以下としている調査は、主に流動化コンクリートであり1978年～1994年の文献が多く、これはJASS 5(8版)における単位水量が骨材事情により200kg/m³まで増してよいとの記述が反映されたと思われる。また、200kg/m³以上としている調査は、全て軟練りコンクリートであり、AE剤や減水剤などの性能が高くないため単位セメント量を300～400kg/m³として流動性を付与していた。

(c) 実測SLは、目標SL=18cm以上としたものが多く、AE減水剤もしくは高性能AE減水剤と流動化剤を併用したものが目標SLと実測SLの差が大きい傾向を示した。

(d) 細骨材率は、目標SLが大きくなると細骨材率の範囲が大きくなる傾向を示した。また、細骨材率を40%以下とする調査は、全て流動化コンクリートであり、流動化剤のみや流動化剤とAE減水剤を併用していた。

流動化コンクリートにおけるベースコンクリートの細骨材率および単位粗骨材量の関係を Fig 2. に示す。細骨材率は、ベースコンクリートの目標SLが大きくなると細骨材率の範囲が大きくなる傾向を示した。これは、流動化コンクリートの目標SLにおける流動性と材料分離抵抗性に配慮したためと思われる。また、単位粗骨材量は、流動化コンクリートが硬練りコンクリートの品質と軟練りコンクリートの施工性を併せ持つ調査であるため比較的大きな値となっていた。単位粗骨材量が1000kg/m³以上の調査は、ベースコンクリートの目標SLが15cmのとき109件であり、単位粗骨材量の最大

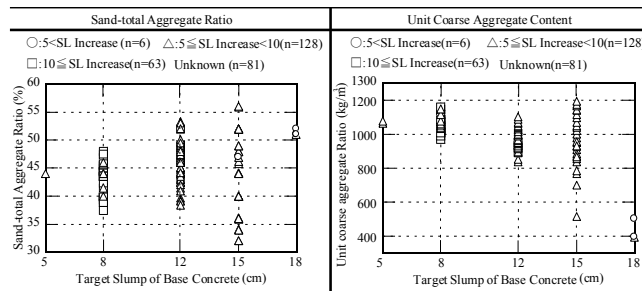


Fig 2. Relation between Target Slump of Base Concrete and Sand-total Aggregate Ratio and Unit Coarse Aggregate Content in Plasticized Concrete

値^[3]は、1204kg/m³であった。この中で、「単位水量が等しい場合、細骨材率を増加させるとともにスランプは減少し、この減少の度合いは、スランプ18cm以上の軟練りコンクリートよりも、スランプ10～15cm程度の中練りコンクリートにおいて大きいこと」さらに、「水セメント比が一定の場合、スランプ21cm程度のワーカブルな流動化コンクリートの調査においては、細骨材率と単位水量との組み合わせに制限がある」と報告している。

4. まとめ

本報告は、スランプ管理のコンクリートの調査条件を明らかにするために、スランプ管理のコンクリートにおける粉体系(セメントのみ)の調査条件について検討した。その結果、目標SLごとに、単位セメント量、単位水量、実測SL、細骨材率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を付与する調査条件を示した。

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
- [2] 富士勲, 増川勲, 守屋慶隆, 山本幸雄: 流動化コンクリートの調査に関する実験的研究: その1 最適細骨材率の選定について, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), pp.281-282, 1982.8
- [3] 岸谷孝一, 岡成一, 村瀬欣伸: 流動化コンクリートの調査に関する一実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), pp.273-274, 1982.8