

B-27

文献調査から見た流動性を考慮したコンクリートの調合要因に関する一考察

Study on Mix Proporpotion of Concrete with High Flowability by Literature Search

○萩谷俊祐¹, 中田善久², 大塚秀三³, 宮田敦典², 湯本哲也⁴, 菊地貴志⁵*Shunsuke Hagiya¹, Yoshihisa Nakata², Shuzo Otsuka³, Atsunori Miyata², Tetsuya Yumoto⁴, Takashi Kikuchi⁵

Abstract: This Paper was Investigated the Mix Propotion of Concrete with High Flowability by Literature Search. As a Result, Concrete with High Flowability is Capable of Producing without Causing Segregation When Water-Cement Ratio is 45% or More or Less 60%.

1. はじめに

近年, スランプフローが 50 ~ 70cm で, 自己充填性を有し, 締固め不要の高流動コンクリートが開発され, その基本的な仕様が日本建築学会「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 とする)に取り入れられ, 施工指針も制定された。しかし, 高流動コンクリートは高性能 AE 減水剤を多量に使用する他, 各種の粉体材料や材料分離低減剤等を使用するため品質管理が難しく^[2], 高流動コンクリートは高強度であることから, 必要強度以上のコンクリートとなる場合が多く, コストも高くなることから, 一般的に普及するには至っていない。このような社会的背景のもと, 通常強度レベルのコンクリートと高流動コンクリートとの中間の流動性を有し, 製造が容易で複雑な品質管理を必要としないコンクリート(以下, 中流動コンクリートとする)の開発が期待されている。

そこで, 本研究は, 通常強度レベルで, スランプフロー 35cm 以上 50cm 以下の中流動コンクリートを対象に文献調査を行い, 調合要因に関して検討を行ったものである。

2. 文献調査の概要

調査対象は, 1997 年から 2014 年までの 17 年間に, 日本建築学会, 土木学会およびコンクリート工学会にお

いて発表された, 中流動コンクリートに関する文献とした。この期間において対象となる文献数は, 日本建築学会が 36 編(学術講演梗概集 25 編, 支部研究報告集 9 編および技術報告集 2 編), 土木学会が 21 編(年次学術講演会講演梗概集 20 編, 支部研究報告集 1 編)であり, 日本コンクリート工学会が 21 編(年次論文集 8 編, 雑誌コンクリート工学 13 編)の合計 78 編であった。

3. 結果および考察

3.1 スランプフローとセメント水比の関係

スランプフローとセメント水比の関係を Figure 1. に示す。図中には, セメント水比から想定される呼び強度を示している。今回, 検討範囲とするスランプフロー 35cm から 50cm の範囲では, セメント水比は, 1.5 から 2.0 程度に多く分布する傾向を示した。また, それに対応する呼び強度の値は, 21 から 30 の範囲であることから, 普通強度領域において, 流動性の高いコンクリートの研究は, 盛んに行われていることがわかる。また, 呼び強度 45 から 53.5 の高強度域においても, スランプフロー 35cm から 50cm の範囲で使用されているコンクリートがあることから, 必要な強度および流動性を持つスランプフローとの関係性が合致していない可能性が示唆された。

3.2 水セメント比と単位水量の関係

水セメント比と単位水量の関係を Figure 2. に示す。

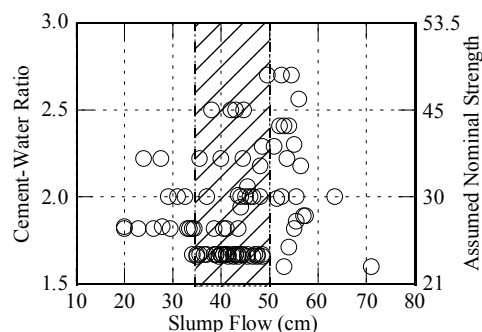


Figure 1. Relationship between Slump Flow and Cement-Water Ratio

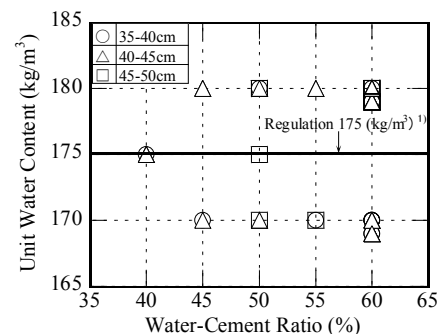


Figure 2. Relationship between Water-Cement Ratio and Unit Water Content

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: 和田砂利商会 5: 日大理工・学部・建築

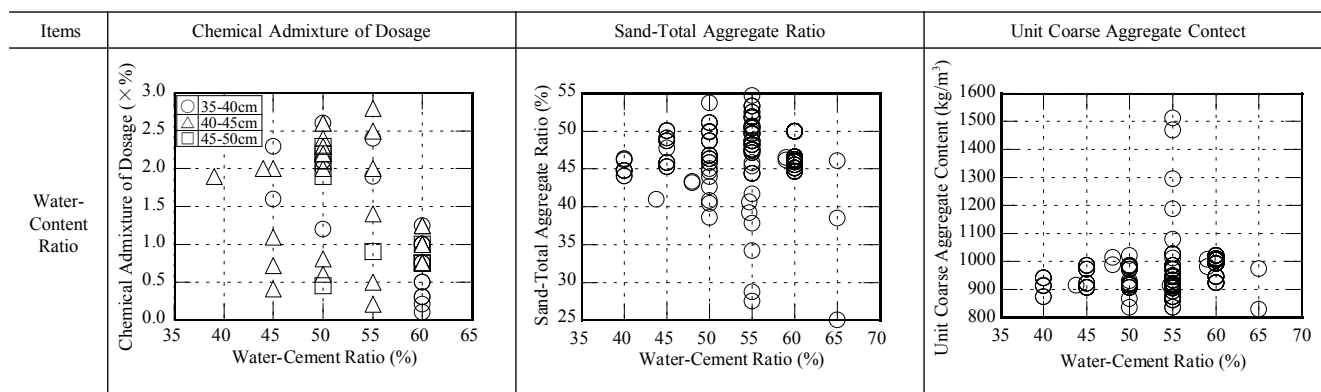


Figure 3. Relationship between Water-Content Ratio and Several Factors

図中に、高流動コンクリートの材料・調合・製造・施工指針(案)・同解説^[3](以下、高流動指針とする)における単位水量の規定を示す。高流動指針^[3]において、単位水量は原則として 175kg/m^3 以下とされている。中流動域で使用されているコンクリートは、概ね単位水量 175kg/m^3 以下に分布し、水セメント比は 45% から 60% 以下に多く分布した。混和剤量を増やせば単位水量は小さくできるものの、凝結の遅延・初期強度発現の遅延等のため、おのずから制約があり^[4]、水セメント比にかかわらず JASS 5 において規定された許容範囲内の 185kg/m^3 以下とする事例が多い傾向を示した。

3.3 水セメント比と各種要因の関係

水セメント比と各種要因の関係を Figure 3. に示す。水セメント比と混和剤添加量の関係は、既往の文献より、水セメント比が 45～50% の調合では高性能 AE 減水剤の添加量が約 1.5% 程度でも単位セメント量が多いため粘性が比較的高く容易に良好な中流動コンクリートが得られる^[5]と報告されている。しかし、文献によりばらつきが大きくスランプフロー区分の違いによる明確な傾向は示さなかった。

水セメント比と細骨材率の関係は、水セメント比は 45% から 55% の範囲に多く分布し、細骨材率も同様の範囲で多く検討されている。また、高流動指針^[3]によると、高流動コンクリートの細骨材率は、既往の文献において、48%～52% 程度としていることが多いとされている。このことより、中流動域においても、高流動コンクリートと同様の材料分離抵抗性および流動性を確保するため、調合計画を行なっている。

水セメント比と単位粗骨材量の関係は、水セメント比 45% から 55% の範囲に多く分布し、単位粗骨材量は、 800kg/m^3 から 1000kg/m^3 以下とする検討が多い結果となった。また、全体的に高流動コンクリートと同様、中流動域においても、水セメント比が大きくなるにつれて、単位粗骨材量は僅かに増加する傾向を示した。単位粗骨材量は、一般的に単位粗骨材かさ容積を基に定め、コンクリートの所要の材料分離抵抗性が得

られる範囲内で、できるだけ大きく定められるが、良好な流動性および材料分離抵抗性が保持できる範囲に設定されていることが示唆された。

以上より、中流動域において、水セメント比と主に 45% から 55% 以下とする検討が多く、各調合において材料分離が生じない範囲で調合計画を行っていることが示唆された。

4. まとめ

本研究は、中流動コンクリートの調合要因について、過去 17 年間の国内における学協会において、発表された文献を対象に調査したものである。その結果、水セメント比が 45% から 60% 以下であれば、材料分離を生じず、流動性のあるコンクリートを製造することが可能であることが明らかとなった。今後、使用する材料の物理的性質や各材料の混合比率から、流動性・材料分離抵抗性に優れたコンクリートの調合について実験を行なう予定である。

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, 2015.7
- [2] 梶田佳寛, 安田正雪, 荒金直樹, 太田一浩: 準高流動コンクリートに関する実験的研究 (その1 準高流動化したコンクリートの諸性質 1), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 1997.9
- [3] 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), pp.141-143, 1997
- [4] 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研究, 日本建築学会構造系論文集, 第 467 号, 9-18, 1995.1
- [5] 松藤泰典, 小山智幸, 小山田英弘, 赤松壘, 稲富敬: 中流動コンクリートに関する基礎的研究 その 4 レオロジー特性に関する基礎実験, 日本建築学会九州支部研究報告, 第 39 号, 2000.3