

V-430

自己充填コンクリートの配合設計法に関する一提案

住友大阪セメント	正会員	枝松良展
同上	正会員	安本礼持
同上	正会員	水越陸視
同上	正会員	長岡誠一

1. はじめに

コンクリートの自己充填性に基づいた配合設計法として、相対粗骨材容積比から単位粗骨材容積を、細骨材容積比から単位細骨材容積を設定し、モルタルの流動性から水粉体容積比を設定する方法が提案されている[1]。本研究は提案されている自己充填コンクリートの配合設計法を基本にして、細骨材の特性値から細骨材容積比を設定し、粉体の特性値から水粉体容積比を設定する方法を提案するものである。

2. 配合設計法の基本フロー

提案されている配合設計法の流れを図1に示す。空気量は主にコンクリートの耐凍害性に基づいて設定し、粗骨材容積は粗骨材の実積率から算定される[1]。次に、細骨材容積、水粉体容積比、混和剤量の順に設定する。

3. 細骨材容積比の設定方法

(1) 細骨材容積比の算定式

細骨材容積比は、細骨材容積比と細骨材の拘束水比との関係における変曲点(細骨材相互作用開始容積比[2])付近に設定するのが望ましい[3]。細骨材相互作用開始容積比は、使用する粉体と同じであれば、細骨材の平均粒子径や粒子形状に影響されると考えられる。そこで、このような細骨材特性を表す指標である粒形判定実積率と実積率を用いた算定式(式(1))を提案した。なお、 $V_s/V_m < 0.4$ の場合は $V_s/V_m = 0.4$ とする。

$$\frac{V_s}{V_m} = 0.5 \cdot \left[1 - \exp \left\{ -55 \cdot \left(\frac{S_{lim} \cdot S_d}{10000} - 0.3 \right) \right\} \right] \quad (1)$$

ここに、 V_s/V_m は細骨材容積比、 S_{lim} は細骨材の実積率(%), S_d は細骨材の粒形判定実積率(%)を表す。

(2) 算定式の導出

図2は、高性能A E減水剤等の混和剤を使用しないモルタルのフロー試験から求めた各種細骨材の拘束水比を細骨材容積比との関係で示したものである。各細骨材の細骨材相互作用開始容積比をその実積率と粒形判定実積率の関数で表したのが図3である。自己充填コンクリートの製造には混和剤の使用が不可欠であることから、図3に示した関係を混和剤を使用した場合における関係で表す必要がある。

混和剤を使用すると、図4に示すように細骨材相互作用開始容積比は大きくなる。そこで、混和剤が細骨材相互作用開始容積比に及ぼす影響を考慮して、図5に示す細骨材容積比の算定式(式(1))を提案した。なお、細骨材容積比を0.4以上としたのは、品質の悪い細骨材でも0.4で十分な自己充填性が得られることが確認されているからである[1]。

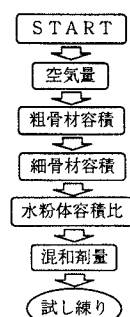


図1 配合設計法の基本

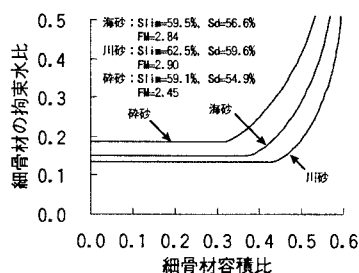


図2 細骨材容積比と拘束水比の関係

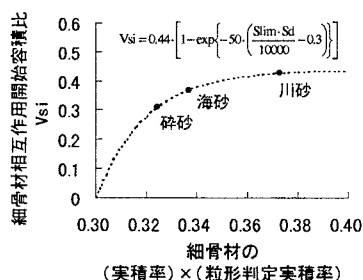


図3 細骨材の特性値と細骨材相互作用開始容積比の関係

キーワード：自己充填コンクリート，配合設計法，細骨材容積比，水粉体容積比

〒551 大阪市大正区南恩加島 7-1-55, TEL(06)556-2260, FAX(06)556-2209

4. 水粉体容積比の設定方法

(1) 水粉体容積比の算定式

フレッシュコンクリートの流動性及充填性が粉体の特性値に影響されることから、粉体の特性値として拘束水比[4]を取り上げ、これを用いて式(2)に示す水粉体容積比の算定式を提案した。

$$\frac{V_w}{V_p} = (0.55 \frac{V_s}{V_m} + 0.62) \cdot \beta_p + 0.73 \frac{V_s}{V_m} - 0.15 \quad (2)$$

ここに、 V_w/V_p は水粉体容積比、 β_p は粉体の拘束水比を表す。

(2) 算定式の導出

自己充填コンクリート中のモルタルの品質は、相対フロー面積比が5、相対漏斗速度が1となるものが良いとされている[1]。このことから、本配合設計法では相対フロー面積比が5となる水粉体容積比の算定式を以下のようにして導出した。

モルタルの相対フロー面積比は式(3)で表される[2]。

$$\frac{V_w}{V_p} = \left(E_p + E_s \cdot \frac{V_s}{V_p} \right) \frac{1 - V_s}{1 - V_s \cdot (1 + \beta_s)} \cdot \Gamma_m + \frac{\beta_p \cdot (1 - V_s) + \beta_s \cdot V_s}{1 - V_s \cdot (1 + \beta_s)} \quad (3)$$

ここに、 Γ_m はモルタルの相対フロー面積比、 E_p は粉体の変形係数、 β_s は細骨材の拘束水比、 E_s は細骨材の変形係数を表す。

式(3)に $\Gamma_m=5$ 、 $\beta_s=0.15$ 、 $E_s=0.0025$ および $E_p=0.005$ を代入して整理したのが式(2)である。 β_s 、 E_s および E_p を上記のような値としたのは以下のことからである。

一般的な細骨材の β_s と E_s は、混和剤を用いない場合で $\beta_s=0.10 \sim 0.30$ 、 $E_s=0.001 \sim 0.01$ である。そこで、これらの中間値をとり $\beta_s=0.20$ 、 $E_s=0.05$ とした。また、ポルトランドセメントの E_p が約0.1であることから E_p を0.10とした。次に、図6に示すように、混和剤を用いると拘束水比と変形係数は小さくなり、自己充填コンクリートに使用される一般的な混和剤量の範囲では、拘束水比と変形係数は混和剤を用いない場合のそれぞれ約0.75倍、約0.05倍となる。以上のことから、 $\beta_s=0.20 \times 0.75=0.15$ 、 $E_s=0.05 \times 0.05=0.025$ 、 $E_p=0.10 \times 0.05=0.005$ とした。

また、式(3)において細骨材の拘束水比を種類に関係なく一定値としたのは、 β_p が0.5~1.2の範囲にあるのに対して、 β_s は0.1~0.3の範囲であり、粉体に比べて種類による影響が小さいためである。なお、変形係数は混和剤を用いない場合の約0.05倍となり、種類による影響は小さいと考えられることから、細骨材および粉体ともに種類に関係なく一定値とした。

5. まとめ

本研究で提案した配合設計法に従い、種類の異なるセメントや骨材を使用して自己充填コンクリートを製造した結果、何れのコンクリートもボックス形充填装置を用いた間隙通過性試験(障害鉄筋数3本)での充填高さが30cm以上となり、良好な自己充填性を示すことが確認された。

【参考文献】

- [1]岡村, 前川, 小澤: ハイパフォーマンスコンクリート, 技報堂出版, 1993.9
- [2]枝松, 山口, 岡村: モルタルの変形性を表す細骨材の材料特性の定量化, 土木学会論文集, No.538, 1996
- [3]枝松, 安本, 水越, 長岡: フレッシュコンクリートの自己充填性に及ぼす細・粗骨材量の影響, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.19, No.1, 1997 (投稿中)

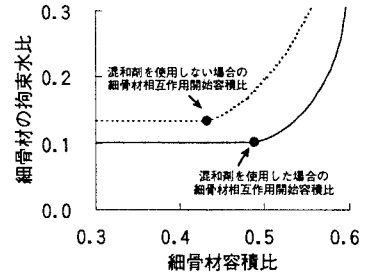


図4 細骨材容積比と拘束水比の関係 (混和剤の影響)

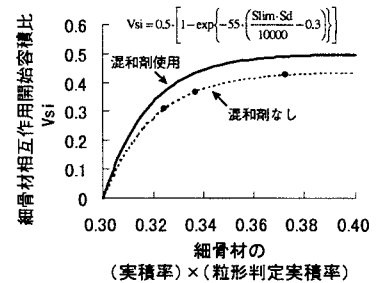


図5 細骨材の特性値と細骨材相互作用開始容積比の関係 (混和剤の影響)

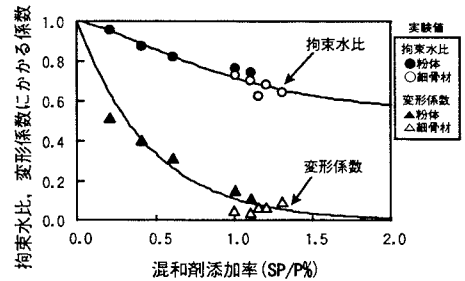


図6 混和剤の添加による材料特性値の変化