

流動化コンクリートの合理的な配合設計に関する基礎的研究
ー細骨材率および添加時期の影響ー

鳥取大学工学部 正員 西林 新蔵
鳥取大学工学部 正員 吉野 公
鳥取大学工学部 学生員 ○加川 博康
鳥取大学工学部 学生員 伊藤 浩二

1 まえがき

1970年代に開発された流動化剤は、コンクリートの施工性の改善、単位水量の低減、品質の改善に大きく貢献し、この流動化剤を用いた流動化コンクリートの使用実績は年々増加の一途をたどっている。しかし、流動化コンクリートはフレッシュな状態での性状がこれまでのコンクリートと異なるため、配合設計においても何らかの対応措置が必要である。そこで本研究は、流動化コンクリートの合理的な配合設計を行うために、最も重要な要因であるワーカビリティの評価について検討を加えた。ここでは慣用の試験方法であるスランプ試験、Vee-Bee試験、締固め係数試験に加えて、レオロジー的評価方法のひとつである球引き上げ式粘度計を用い、流動化コンクリートの性状を、細骨材率と流動化剤の添加時期を変化させた場合について検討した結果について述べる。

2 実験概要

使用したセメントは普通ポルトランドセメント、粗骨材は最大寸法 25mm の碎石、細骨材は河口砂と川砂を混合し土木学会標準粒度に入るように調整したものを用いた。実験の要因を表-1に示す。化学混和剤には、AE減水剤としてポゾリス No.70、流動化剤として NP-20を用いた。また、練り上り直後の空気量はプレーンコンクリートで $2 \pm 0.5\%$ 、AEコンクリートで $4 \pm 0.5\%$ とし AEコンクリートの空気量調整のための助剤として No.303 を用いた。

表 1 表-1 実験条件

ベースコンクリート	プレーン	AE
空気量 (%)	2 ± 0.5	4 ± 0.5
スランプ (cm)	8 ± 1	
セメント量 (kg/m^3)	320	
細骨材率 (%)	38, 40, 42, 45, 48, 50	
混和剤	ポゾリス Ng70 (250ml / c=100kg)	
流動化剤	NP-20 (1000ml / c=100kg)	
助剤	No.303	
添加時期	同時 (S), 直後 (F), 60分後 (D)	
試験項目	スランプ, Vee-Bee, 締固め係数 球引き上げ式粘度計	

ベースとなるコンクリート (スランプ 8cm) をプレーンと AE の 2 種類とし、流動化剤の添加時期を練り混ぜ水の一部とする同時添加、練り上り直後に添加する直後添加、注水後 60 分に添加する後添加 (図中では S、F、D と略す) の 3 方法とした。さらに細骨材率を 38 ~ 50 % にとった。

試験項目はスランプ試験、Vee-Bee試験、締固め係数試験で、またレオロジー量の測定は、コンクリートのモルタル部分と同配合のモルタルについて試作した球引き上げ式粘度計によって測定した。(図中の s/a はコンクリートの配合上での s/a を意味する)

3 実験結果と考察

図-1 にスランプ 8cm のベースコンクリート (以後プレーンおよび AE という) に流動化剤を注水後 60 分後に後添加した場合の各試験の結果を s/a との関連で示す。

スランプについてみると、プレーンの場合は、s/a = 45, 48 % では AE の方が若干大きいものの、全体的に AE よりもスランプ値は大きく、また前者は s/a の増加とともにスランプはわずかに増加する傾向があるのに対して、後者は s/a = 45 % までは、増加、以後減少する傾向がある。これは AE 減水剤と流動化剤相性といったものの外に、AE 減水剤によるエントレインドエアーが流動化の前後で 1 % 程度減少しており、これが流動化効果に何らかの影響を与えているものと思われる。

Vee-Bee試験は、コンクリートに振動を与えて最終変形に達するのに要する時間を VB 値としてワー

カビリチーを評価するものである。一般にスランプ値が大きくなるとVB値は小さくなるが、本試験においては両者間に顕著な差異は認められなかった。またVee-Bee試験は硬練りコンクリートに適しており、流動化コンクリートのようにVB値でわずか2~4秒の差異ではうまく評価できずおのずから評価には限界があるものと思われる。

締固め係数試験については、AEよりもプレーンの方が全体的に、値が大きい。また、スランプ試験の場合とは逆にプレーンにおいて $s/a = 42\%$ をピークとして増減の傾向がみられた。締固め性はプレーンの方が優れているといえる。この締固め係数試験もVee-Bee試験と同様に試験値の間に差が小さく、従って狭い範囲での評価には問題があると思われる。

一方、レオロジー的にみると、まず塑性粘性は、プレーン、AEとも、 s/a の増加に伴ってある程度の増加が認められ、さらに両者の粘性を比較すると、AEの方がプレーンよりもいずれの s/a においても $10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 程度大きい値を示している。これは、両者とも砂の増加による影響に加えて、AEの場合はエントレインドエアが粘性の増加に影響を与えているものと思われる。また降伏値についても s/a の増加に伴う降伏値の増加が両者においてみられ、さらに、AEの方がプレーンに比べて全体的に大きな値を示している。一般にスランプは降伏値に支配されるといわれている。両者のスランプ値と降伏値とはよく対応しているが、コンクリートそのもののレオロジー量との対応についての研究が今後必要であると思われる。

次に混和剤の添加方法別の試験結果を図-2に示す。試料はプレーンコンクリートで s/a は38,45,50%である。後添加,同時添加および直後添加は経時変化に伴う硬化過程の進展にかなりの違いがあるため、直接比較はできないが、ここでは三者を比較し検討を加えた。まず同時添加と直後添加については、前者はセメントの急激な水和過程に流動化剤が巻き込まれるために、その効果を発揮しにくいのに対し、後者の直後添加はドルマント期を過ぎて添加されるので、効果が大きいとされている。しかし、慣用の試験方法では、 $s/a = 38\%$ のVB値、CF値を除いて明確な差は認められなかった。一方レオロジー的にみると、塑性粘性、降伏値とも明らかに同時添加の方が大きな値を示している。

次に後添加については、慣用の試験方法では、他の二者と比べて、それほど大きい差は認められなかったが、レオロジー的にみると、塑性粘性、降伏値ともほぼ直後添加と同じ値を示しており、同時添加に比べると流動性のよいことを示している。これより、後添加においては、注水後60分程度までは、流動化剤の添加時期にかかわらず、剤の分散効果はそれほど低下しないものと思われる。

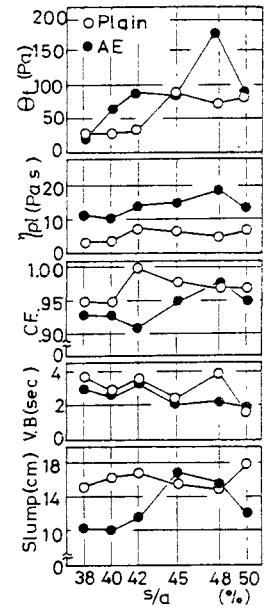


図-1 s/a と各試験値

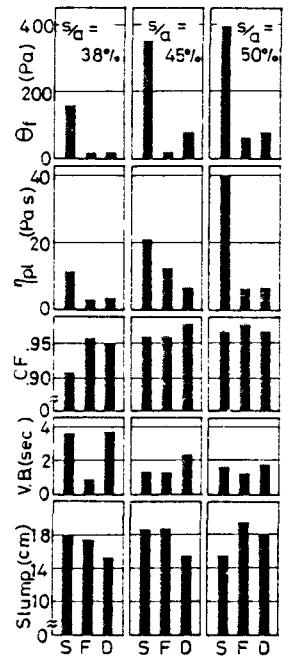


図-2 添加方法と各試験値

《参考文献》

- 1) 西林新蔵 他：流動化コンクリートの配合設計の合理化に関する研究，第35回土木学会中国四国支部学術講演会概要集