

V-313

水中不分離性混和剤を添加した超速硬コンクリートに関する一考察

住友セメント(株)技術開発センター 正会員 〇羽生 賢一
 同 正会員 内田 美生
 同 正会員 原田 修輔

1. はじめに

水中不分離性コンクリートの開発により、水中コンクリートの信頼性は大きく向上し、これを応用した技術に関する研究・開発も各方面で活発に実施されつつある。

一方、超速硬セメントはその優れた初期強度発現性を利用して各種の緊急工事に利用されている。しかしながら、セロロス系の水中不分離性混和剤は、若干の凝結遅延性を有するため、これらを組み合わせた水中不分離性超速硬コンクリートでは、その凝結・硬化特性および強度発現性が、通常の超速硬コンクリートとは大きく異なる可能性がある。

本報は、水中不分離性超速硬コンクリートに関して実施した一連の検討の中から、特にその凝結・硬化特性および強度発現性について報告するものである。

2. 試験概要

水中不分離性コンクリートの配合および使用材料は、表-1に示すとおりであるが、水中不分離性混和剤(以下、不分離剤)および流動化剤は外割で添加した。練りまぜおよび養生は20±3℃の恒温室内で実施したが、試験方法の詳細はすべて、『水中不分離性コンクリートマニュアル』に準拠した。

3. 試験結果および考察

表-2に示した分離抵抗性試験結果より、不分離剤が標準的な添加量(3.5~4.0 kg/m³)よりも少ないにもかかわらず、水中不分離性超速硬コンクリートは優れた分離抵抗性を有している。超速硬セメントは粉末度が高く、コンクリートの粘性が高くなるため、所定の実験結果を得るために必要な不分離剤量が低減されていると考えられる。

図-1に、不分離剤および凝結遅延剤の添加量と凝結時間との関係を示す。図より、不分離剤の添加量が0 kg/m³から3.2 kg/m³へと増加した場合、水中不分離性超速硬コンクリートの凝結時間は15分程度遅延する。これは、不分離剤の凝結遅延効果によるものであるが、その影響は凝結遅延剤(添加量0%から0.3%で、70~90分程度遅延)と比べてかなり小さく、超速硬セメントの特性を損なうほど大きなものではないと判断できる。

図-2には、水中不分離性超速硬コンクリートのスランプフローの経時変化の測定結果を示すが、ここからも、不分離剤の凝結遅延効果はさほど大きなものではないことが明らかである。すなわち、不分離剤添加量はスランプフローの経時変化にはほとんど影響せず、むしろ凝結遅延剤添加量が支配的な影響をおよぼし

表-1 配合および使用材料

セメント	超速硬セメント(比:3.94、比表面積:5200m ² /kg)					
使用 細骨材	鹿島産粒砂(比:2.61、F.M:2.51)					
粗骨材	岩瀬産砕石(比:2.62、F.M:6.66)					
材 凝結遅延剤	超速硬セメント用凝結遅延剤					
料 水中不分離性混和剤	セロロス系、標準使用量3.5~4.0kg/m ³					
流動化剤	メラミン系					
W/C	S/a	空気量				
(%)	(%)	(%)				
40	40	3				
45	40	3				
50	40	3				
単位量(kg/m ³)						
セメント	水	細骨材	粗骨材	凝結遅延剤	水中不分離性混和剤	流動化剤
575	230	586	882	1.150	0.978	0.840
489	220	615	926	適量	適量	適量
420	210	649	978	適量	適量	適量

表-2 水中での分離抵抗性試験結果

No	水中不分離性混和剤量(kg/m ³)	スランプフロー値(cm)	分離抵抗性	
			感測物質(mg/g)	pH
1	2.4	47.3	55.4	10.7
2	2.8	47.3	22.4	10.2
3	3.2	46.4	21.0	10.2

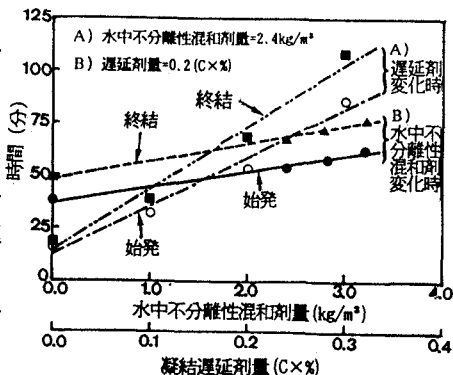


図-1 水中不分離性混和剤添加量と凝結時間の関係

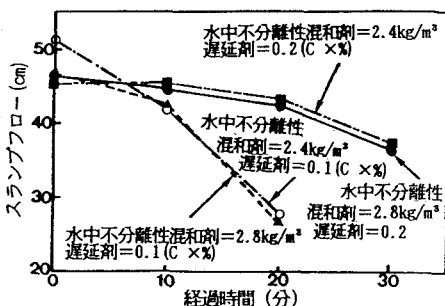


図-2 経過時間とスランプフローの関係

ている。したがって、水中不分離性超速硬コンクリートにおいても通常の場合と同様、適当量の凝結遅延剤を使用して、所定の施工性を確保することが必要となる。

図-3には、不分離剤添加量と圧縮強度との関係を示す。図より、不分離剤の添加量はその初期強度発現性に影響し、添加量が増えるにしたがい、気中作成供試体の3時間圧縮強度は若干低下する。しかしながら、水中分離抵抗性が向上するため、水中作成供試体では逆に増加する傾向にある。その結果、水中/気中強度比は不分離剤添加量の増加にともない大きく増加する傾向にある。ただし、材令1日においては不
分離剤添加量が圧縮強度におよぼす影響はほとんど消失している。したがって、水中不分離性超速硬コンクリートの不分離剤添加量を決定する場合、材令による水中分離抵抗性の影響の変化を考慮することが必要と考えられる。

図-4には、水中不分離性超速硬コンクリートのセメント水比と圧縮強度との関係を示す。図より、水中不分離性超速硬コンクリートにおいても、圧縮強度とセメント水比の間には、直線的な関係が認められる。さらに、セメント水比が増加するにしたがい、水中/気中強度比も60%程度から90%程度に増加する。これはセメント水比の増加にともない、単位セメント量が増加し、水中不分離性超速硬コンクリート固有の粘性が増加しているためと考えられる。しかしながら、水中不分離性超速硬コンクリートでは単位水量が比較的大きくなりやすいこと、所定の初期強度発現性を得るために水セメント比は低く設定する必要があること、などを勘案すれば、実用的な水セメント比の最小値は45%程度と考えられる。

図-5には、水中不分離性超速硬コンクリートの圧縮強度発現性を示す。この図より、供試体作成方法にかかわらず、水中不分離性超速硬コンクリートの圧縮強度は材令の経過にともない増加する。ただし、通常の超速硬コンクリート(W/C=45%)における3時間圧縮強度が200kgf/cm²程度であることと比較すれば、不分離剤の添加により、その初期強度発現性が低下しており、圧縮強度の低下量は気中作成供試体で30%程度、水中作成供試体では60%程度であった。今回採用した供試体の水中作成方法が、実際の施工条件よりも過酷であることを勘案すれば、不分離剤の使用によりその強度発現性が低下するが、超速硬セメントの最大の特徴である初期強度発現性が大きく損なわれているとは考えられない。したがって、実施工時には、これらを勘案してその強度設定材令、不分離剤添加量等を決定することが必要であるとされる。

4. まとめ

超速硬コンクリートに水中不分離性混和剤を添加した『水中不分離性超速硬コンクリート』の凝結・硬化特性および強度発現性について検討した結果、水中不分離性混和剤の凝結遅延効果は、超速硬セメントの初期強度発現性を大きく損なうものではなく、水中不分離性超速硬コンクリートも十分に実用的であることが明らかとなった。

今後は、同コンクリートの現場供給システム、水中打設方法等について検討することとしたい。

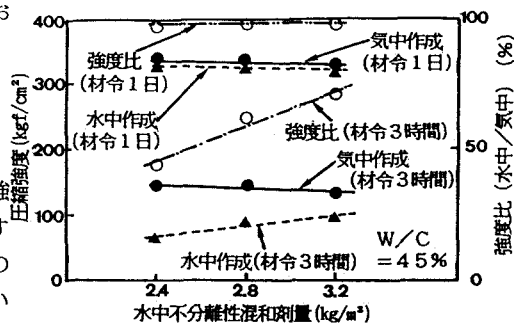


図-3 水中不分離性混和剤添加量と圧縮強度の関係

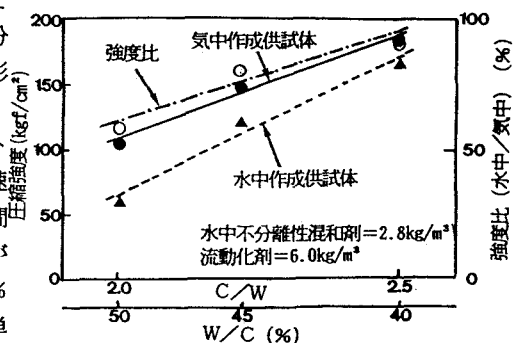


図-4 セメント水比と3時間強度の関係

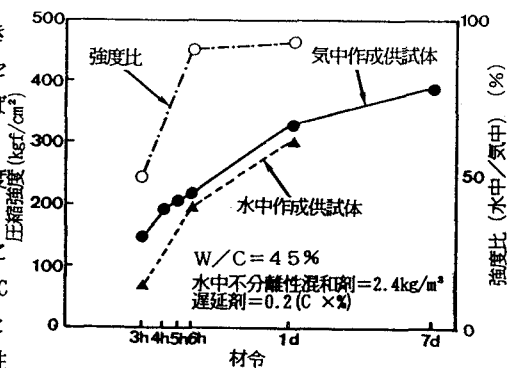


図-5 圧縮強度発現性