

竹中技術研究所 正会員 ○吉 岡 保彦
東京都港湾局 小野寺 喜一

1. はじめに 水溶性の高分子化合物をコンクリートに添加して粘稠性を与え、水中での分離に対する抵抗性を高める技術が、最近国内でも紹介されている。従来から、モルタルの作業性の改善を目的としてセルローズ系の高分子化合物が使われてきた実績はあるが、水中コンクリート用の混和材料として用いる場合には添加量がより大となるため、セメントの水和反応への影響を考慮しなければならない。また、水中での分離に対する抵抗性を定量的に評価する手段に適當なものがなく、この種の粘稠剤が実際の構造物においてどの程度機能を発揮するのかも明瞭ではなかった。

本報告では、水中コンクリート用粘稠剤のうち、アクリル系の高分子化合物を主成分とするもの（S社製）を検討の対象とし、その性能の評価と問題点の把握を目的として実施した一連の実験結果を報告する。

2. 水中での分離抵抗性の評価 水中でのコンクリートの品質の劣化は、主としてセメント分が水中に逸散することに起因すると考えられるので、一定量のコンクリートを水中に落下させた時の水の濁りからコンクリートの分離の程度を評価する方法を採用した。具体的な方法は次のとおりである。

i) 検水の作成 直径20cmの円筒形容器に16cmの深さまで水を満たし、円錐台形の容器（直径が下部で5cm，上部で7cm，深さ8cm）に入れたコンクリートを水面上10cmの位置から落下させる。

ii) 検水の清澄度の測定 容器中の水を攪拌した後、検水を試験管に取り、光電光度計を用いて660mμの波長で清水に対する透過率を測定する。

セメント粒子のみを水中に分散させた場合の、セメント濃度と透過率の関係を図-1に示す。この図から、概ねそのセメント流出量を求めることができる。また、透過率から水中での分離抵抗性の相対的な比較が可能と考えられる。

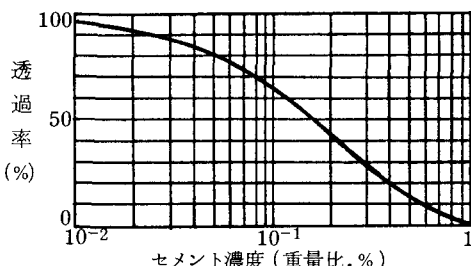


図-1 セメント濃度と透過率の関係

3. 粘稠剤を添加したコンクリートの水中での性能

粘稠剤の添加量を変化させた場合の透過率の変化を図-2に示す。粘稠剤の添加量の増加に伴ない水中での分離抵抗性が向上する様子がわかる。特に添加量がセメント重量比0.6%以上の範囲で効果が顕著である。

粘稠剤添加量，スランプおよび細骨材率を一定として、単位セメント量を変化させた場合の透過率の変化を図-3に示す。単位セメント量の増加に伴ない、分離抵抗性が向上する。即ち、分離抵抗性は粘稠剤の添加量ばかりでなく、配合中の粉末量（又は粒度分布）にも著しく影響される。

水を張った円柱型枠中にコンクリートを落とし込む方法で作製した供試体と、通常の方法で気中で作製した供試体の強度の比較を図-4に示す。通常のコンクリートでは、水中で作製した供試体の強度は甚しく低いが、粘稠剤を含むコンクリートでは、2種の供試体の間の強度差は小さい。この意味で粘稠剤は水中コンクリートの品質の低下を防ぐためには効果的と言える。

なお、この粘稠剤を含むコンクリートの強度は、同一水セメント比のブレンコンクリートの強度と同等であり、また凝結時間にも殆んど差がないことを考慮すると、この粘稠剤はセメントの水和反応自体には影響を及ぼさないものと考えられる。

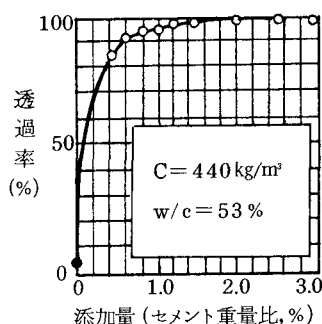


図-2 粘稠剤添加量と透過率の関係

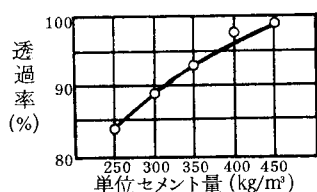


図-3 単位セメント量と透過率の関係

4. 実際の水中コンクリート構造物への適用例 以上の検討から、粘稠剤は水中でのコンクリートの品質低下の防止に有効であろうとの見通しが得られたので、この粘稠剤を漁港の船揚場工事の先端止壁のコンクリートに適用し、実際の工事での効果を検討した。また、比較のため、通常のコンクリートについても同一条件で打設した。コンクリート打設はブーム付きコンクリートポンプによって行なった。コンクリートの配合を表-1に示す。

表-1 コンクリートの配合

配合 種類	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランゴの 範囲 (mm)	空気量の 範囲 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材比 a/a (%)	単位 量 (kg/m ³)							
						水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤	粘稠剤	粘稠補助剤	流動化剤
粘稠剤を含む コンクリート	25	24	4	49	42	229	467	619	896	1.17	3.74	0.04	230
通常の コンクリート	25	15	4	45	38	169	375	664	1116	398			

4.1 コンクリート強度 90cm×90cm×60cmの鋼製型枠を止壁の近傍に設置し、構造物と同一条件でコンクリートを打設し、この型枠を打設後4日を経て陸上に引き上げ、これよりφ15cm×30cmのコア供試体採取した。強度試験結果を標準供試体の結果とともに表-2に示す。

この中で特徴的なことは、i) 粘稠剤を使用した場合、水中打設のコア強度は標準供試体の強度に比較して低下しない。(この場合、むしろ高くなっているのは、養生条件およびバッチ間変動のためと考えられる。) ii) しかしながら、通常のコンクリートでも強度の低下は著しいものではなく、コア供試体強度の標準供試体強度に対する比率は約90%であり、この値は決して低いとはいえない、という点にある。即ち、コンクリートポンプの筒先がコンクリート中に挿入されて打設する場合には、通常のコンクリートでも、塊全体の強度は低下しないと考えられる。

この水中型枠に打設されたコンクリートの外観の状況を写真-1および2に示す。通常のコンクリートでは底部においてセメント分が流出している箇所があり、この箇所は水道水によって洗い流される程度であった。一方、粘稠剤を用いたコンクリートにはこのような不良箇所は認められなかった。このような不良箇所の生成は、当然、打設条件によっても左右されようが、粘稠剤はこれを防ぎ、均質なコンクリートを得るためには有効と考えられる。

4.2 海水への影響 コンクリート打設中の海水のPHの測定結果を表-3に示す。なお、この中には、同じ船揚場の斜路を、粘稠剤を使用したコンクリートをホッパーで打設した際の結果も併せて記している。通常のコンクリートでは型枠から2mの箇所で0.2~0.3のPHの上昇が観測されたが、粘稠剤を含むコンクリートでは全く変化が認められなかった。しかし、斜路においてホッパーから吐出している粘稠剤コンクリートの直上で採取した海水では、0.3程度のPHの上昇が認められた。

5. むすび 以上のように、水中コンクリート用の粘稠剤の効果は、i) 水中に均質なコンクリート構造物を作り得る、ii) 打設中の水質汚染を大巾に低下又は防止できる、の2点に集約されよう。このような効果がメリットを生ずるケースはかなりあるものと考えられる。一方、問題点としては、粘稠剤のコストがコンクリート用混和材料としてはかなり高いこと、全体的にセメント量・水量ともに増加すること、などが挙げられる。また、コンクリートの製造を、既存のシステムの中にどのように組み入れるか、も今後の検討課題であろう。

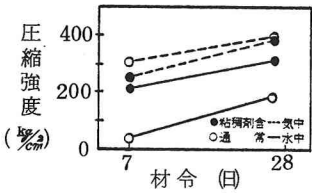


図-4 水中と気中製作の強度比較

表-2 強度試験結果

種類	材料 作製方法	3日		7日		28日	
		気中	水中	気中	水中	気中	水中
粘稠剤を含む コンクリート	—	—	—	281	340	409	475
通常の コンクリート	25.3	—	34.6	318	—	354	—

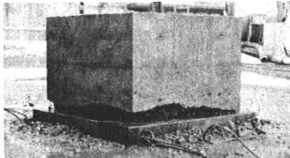


写真-1 通常のコンクリートの外観

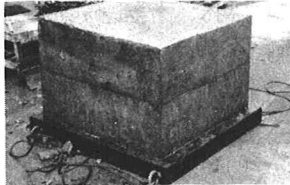


写真-2 粘稠剤を含む
コンクリートの外観

表-3 水質試験結果

場所	時間	打設 1時間前	打設中	打設 1時間後	摘 要
A-1	8.5 8	8.6 0	8.5 8		