

清水建設㈱ ○今井 実

清水建設㈱ 風間 広志

清水建設㈱ 河井 徹

1. はじめに

ECL工法は、セグメントを使用せずシールドの掘削後に、地山に直接コンクリートを打込んでトンネルを構築する方法である。現在各社でECL工法の研究が進み、これまでの国内の施工実績は十数件になっている。しかし、その多くが地下水の無い比較的良好な地山での施工がほとんどで、水圧のかかる地山での施工実績はないのが実情である。新ECL工法は、大深度地下の高水圧下での施工性などの機能を持たしたもので適用するコンクリートには、常に地下水圧よりも高い圧力が作用すること、また、所定の時間流動性を確保していることが必要である。本報は、表-1に示してあるよう所定のスランプフロー、圧縮強度や材料分離をしないコンクリートを得るために、水中不分離性混和剤や流動化剤の使用量などについて検討した結果を報告するものである。

2. 実験概要

セメントは、普通セメントと低発熱型高炉セメントを使用した。コンクリートの配合条件および試験項目は表-1に示す通りとした。混和剤は水中不分離性混和剤と流動化剤を使用した。粗骨材は硬質砂岩碎石（青梅産）、細骨材は陸砂（大井川水系）を使用した。コンクリートの練りまぜは容量100ℓの強制練りミキサーを用いた。スランプフローの経時変化は、コンクリートをプラスチック製の容器に静置した状態で置き、測定前には容器内で均一になるように試料の練直しを行って試験を行った。

3. 実験結果

3.1 水中不分離性混和剤と流動化剤との関係

試験結果を図-1に示す。いずれのセメントとも水中不分離性混和剤の使用量が増加するに従い所定のスランプフローを得るのに必要な流動化剤の使用量も増大した。水中不分離性混和剤の使用量は、コンクリートの材料分離を防止するとともに流動化剤の使用量が過大とならないことから決定する必要がある。低発熱型高炉セメントの場合、水中不分離性混和

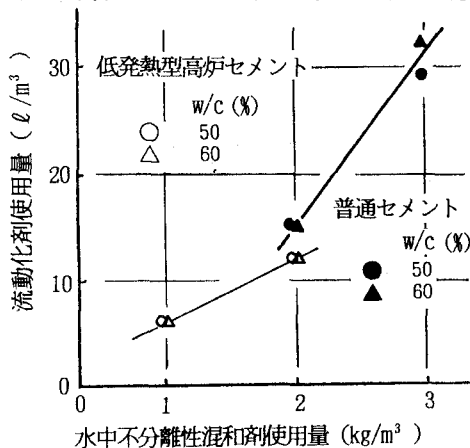


図-1 水中不分離性混和剤と流動化剤使用量の関係

表-1 コンクリートの配合条件および試験項目

コンクリートの配合及び品質条件	粗骨材最大寸法 (mm)		2 0 (碎石)	
	セメントの種類		低発熱セメント、普通ポルトランドセメント	
	水セメント比 (%)		5 0	6 0
	単 位 水 量 (kg/m³)		1 7 5	1 8 0
	水中不分離性混和剤		2水準	
	目標スランパー (cm)	練上り直後	6 0 ± 3	
		6 ～ 8 時間後	4 5 以上	
	空 気 量 (%)		4 以下	
	目標圧縮強度 (kgf/cm²)	材令 2 日	60以上 (気中作製供試体)	
		材令91日	2 4 0	
試 験 項 目		スランパー (直後、2.4.6.8 時間) 空気量 (直後、8 時間) 凝結時間 (直後) 気中作製圧縮強度 (直後) 材令 2.3.5.7.28. 91日		

剤の使用量が 1 kg/m^3 では材料分離が生じやすいが、 2 kg/m^3 とすると材料分離もなくなった。普通セメントの場合、水中不分離性混和剤の使用量は 2 kg/m^3 、 3 kg/m^3 とともに材料分離は生じないが、 3 kg/m^3 の場合は、流動化剤の使用量が過大となる。

3.2 スランプフローの経時変化

試験結果を図-2に示す。低発熱型高炉セメントの場合、水中不分離性混和剤の使用量が 2 kg/m^3 であれば練りまぜ6時間後のスランプフローは、水セメント比50%が58cm、水セメント比60%が59cmである。8時間後で目標45cmを満足するのは水セメント比60%である。水中不分離性混和剤の使用量が 1 kg/m^3 の場合、練りまぜ2時間後でスランプフローは30cm以下となり目標値は得られなかった。一方、普通セメントの場合、8時間後で目標45cmを満足できなかったのは、水セメント比60%の水中不分離性混和剤の使用量が 2 kg/m^3 であり、他の配合では満足できた。

3.2 凝結試験

試験結果を図-3に示す。セメントの種類にかかわらず水中不分離性混和剤の使用量が増大するにしたがって凝結時間が遅延している。低発熱型高炉セメントの場合、使用量 2 kg/m^3 （始発約22.0時間）の方が使用量 1 kg/m^3 より始発時間で約6時間遅延した。普通セメントの場合、使用量 3 kg/m^3 （始発約28.5時間）の方が使用量 2 kg/m^3 より始発時間で約10時間遅延した。

3.3 圧縮強度

試験結果を図-4に示す。低発熱型高炉セメントの場合普通セメントに比較して若材令での強度発現が低い。目標強度 60 kgf/cm^2 を確保出来る材令は、水セメント比50%で3日、水セメント比60%では4日程度と推定できる一方、普通セメントを用いた場合には、材令2日で目標強度 60 kgf/cm^2 十分に確保できる。

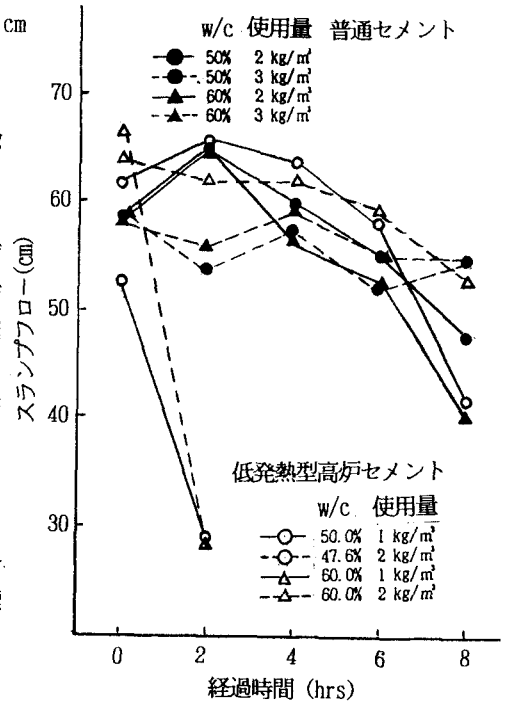


図-2 経過時間とスランプフローとの関係

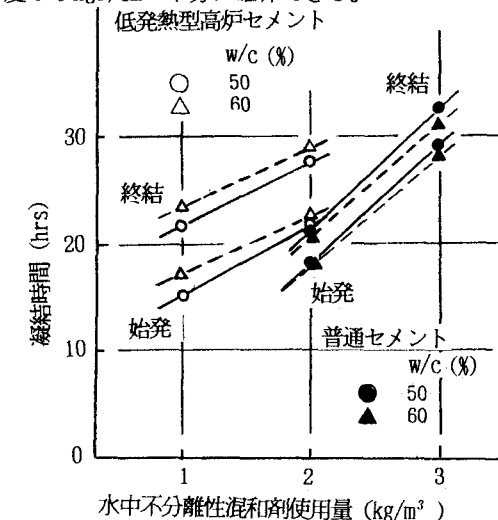


図-3 水中不分離性混和剤と凝結時間との関係

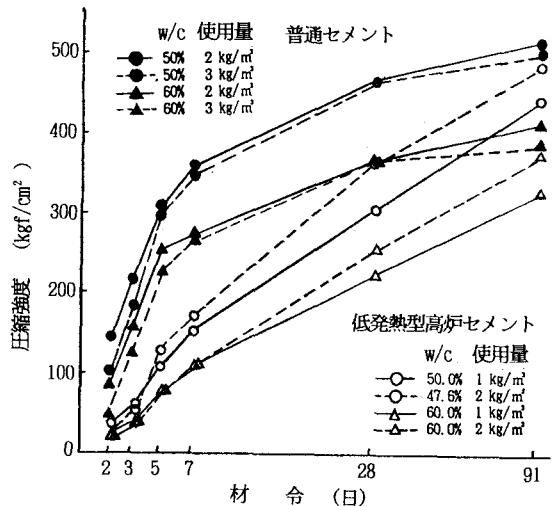


図-4 材令と圧縮強度との関係