

V-34

超大型地中連続壁工法試験施工に
使用したコンクリートの諸性質

(株)鴻池組土木本部第一技術部

松村 誠

大阪セメント(株)中央研究所 正会員

長岡 誠一

大阪セメント(株)中央研究所 正会員

○水越 睦視

大阪セメント(株)中央研究所 正会員

木虎 久人

1. まえがき

近年、大深度地下構造物に高強度化された地下連続壁コンクリート（以下連壁コンクリートと略記する）の適用された事例が増加傾向にある。今回、超大型地中連続壁工法(KSW-G工法)による試験施工を実施し、超低発熱セメントを使用した連壁コンクリートの諸性質およびその品質変動について検討を行ったので報告する。

2. 連壁コンクリートの概要

2.1 打設部の概略

図-1に連壁コンクリートの打設範囲を示す。打設量は、EL-①に39m³、EL-②③④に各140m³とした。

2.2 使用材料

セメントには、発熱量が少ないにもかかわらず強度発現性の良好な超低発熱セメント(HS-80 大阪セメント社製)を使用した。¹⁾表-1にセメントの物理性状を示す。細骨材は海砂と砕砂の混合砂(比重2.56、吸水率1.7%、F.M.2.73)、粗骨材は最大寸法20mmの碎石(比重2.63、吸水率0.7%、F.M.6.63)を使用した。混和剤はリグニン系AE減水剤、トリアジン系高性能減水剤およびセルロース系分離低減剤を使用した。

2.3 連壁コンクリートの配合

配合条件は、スランブロー60±5cm、空気量3±1%とした。配合強度($f'_{c,91}$)は、設計基準強度($f'_{ck,91}$)400kgf/cm²に対し、生コンの品質のばらつきおよび水中打設による強度低下を考慮してそれぞれの割り増し係数1.2、1.25を乗じた600kgf/cm²とした。表-2に示方配合を示す。

2.4 連壁コンクリートの練り混ぜおよび運搬

連壁コンクリートの練り混ぜは生コン工場で行い、アジテータ車で運搬した(運搬時間約30分)。

2.5 連壁コンクリートの打設

打設にはトレミー管を使用し、高流動化コンクリートのため締固めは行わなかった。

3. 実験結果

3.1 フレッシュコンクリートの試験

スランブローの平均は59.5cm(サンプル数99、標準偏差3.2cm)であり、空気量の平均は3.4%(サンプル数27、標準偏差0.6%)であり安定した品質のものが得られた。

3.2 硬化コンクリートの試験結果

(1)品質管理用コンクリートの強度試験

連壁コンクリート荷卸直後の試料を採取し、品質管理用強度試験供試体を作成した。供試体の養生は、採取1日目は現場養生、以後所定材令まで標準養生とした。表-3に圧縮強度、割裂引張強度および弾性係数の試験結果を示す。材令91日の圧縮強度の平均値は583kgf/cm²、標準偏差56.5kgf/cm²であり設計基準強度400kgf/cm²を十分満足する結果であった。

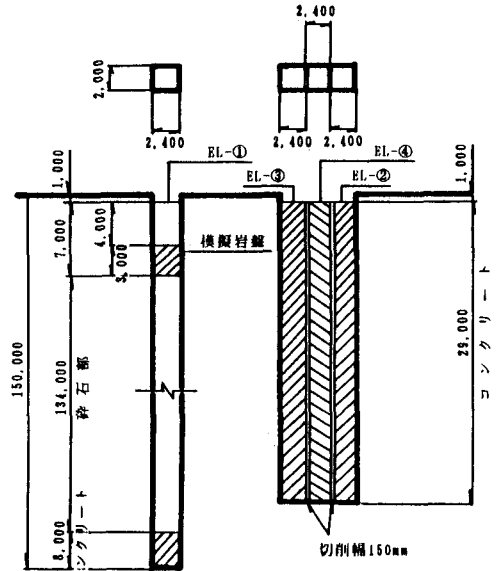


図-1 コンクリートの打設範囲

表-1 使用セメントの物理的性質

比重	ブレン比 表面積 (cm ² /g)	水量 (%)	凝結 (h-m)		曲げ強さ (kgf/cm ²)				圧縮強さ (kgf/cm ²)			
			始発	終結	3日	7日	28日	91日	3日	7日	28日	91日
2.95	5270	30.7	4-55	6-40	37	58	71	80	134	259	399	601

表-2 コンクリートの配合条件および示方配合

水/セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤		
		水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤 C%	高性能減水剤 C%	分離低減剤 kg/m ³
40	45	175	437	782	921	0.25	1.8	0.45

表-3 圧縮強度および割裂引張強度試験結果(品質管理用)

材 令	3 日			7 日			28日			56日			91日		
	n	$\bar{x}$	σ	n	$\bar{x}$	σ	n	$\bar{x}$	σ	n	$\bar{x}$	σ	n	$\bar{x}$	σ
圧縮強度	30	122	23.5	30	281	13.1	30	443	35.7	30	540	38.4	30	583	56.5
割裂引張強度	30	12.8	3.0	30	23.2	3.1	30	30.6	3.6	—	—	—	30	35.8	5.2
弾性係数($\times 10^4$)	17	1.54	0.13	18	2.03	0.1	12	2.63	0.21	12	2.97	0.09	12	3.12	0.15

n: サンプル数(個) $\bar{x}$: 平均値(kgf/cm²) σ : 標準偏差(kgf/cm²)

(2) コア強度試験

施工した連壁コンクリートをコアボーリングによって採取し、材令91日まで気中養生(20℃、80%RH)したものを供試体とした。図-2にEL-③の鉛直方向の圧縮、割裂引張強度の分布を示す。コア強度は深度方向による差は少なく、コアの目視観察でも充填性が良好であったことから、深度方向で材料分離をしていないと判断できる。引張強度と圧縮強度の比は1/16程度で通常の高強度コンクリートと同じ傾向を示した。また、図-3にEL-③の水平方向の圧縮強度分布を示すが、水平方向での分離もないと考えられる。表-4に標準養生供試体とコア供試体の強度の比較を示す。

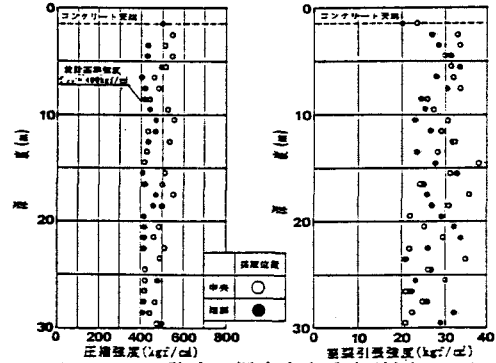


図-2 コア強度の深度方向分布(材令91日)

(3) コア透水試験

コンクリートの密実性を評価するため、採取したコアの透水試験を行った。壁体の透水係数は、表面部で 3.70×10^{-10} cm/sec、中央部で 3.83×10^{-10} cm/secとなり、通常打設によるコンクリートと同程度だった。

3.3 内部コンクリート温度

EL-2の深度25mにおけるコンクリート温度を図-4に示す。コンクリート温度は中央部、端部とも打設3日経過後最大となり、最大温度は58.9℃(上昇温度45.5℃)であった。ひび割れ発生の確率を検討するため温度応力解析(Compensation Line法)により求めた温度応力の変化を図-5に示す。壁体中央部は材令7日程度まで圧縮状態にあり、以後引張応力状態へ移行した。引張応力は約8kgf/cm²であった。また、壁体表面部は材令3日程度で引張応力が最大となるが、同材令での連壁コンクリートの引張強度以下であった。本施工壁体での最小温度ひび割れ指数は $I_{cr} = 1.25$ であり、ひび割れ発生の確率は極めて低いといえる。

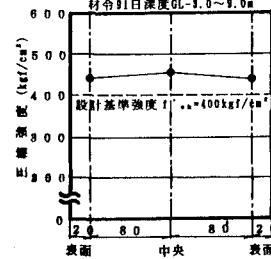


図-3 圧縮強度の水平方向分布

表-4 コアおよび品質管理用供試体の圧縮強度比

深 度 (m)	f_c (kgf/cm ²)	f_s (kgf/cm ²)	f_c / f_s
-1.5~-30	484	583	0.83
-142~-150	573		0.98

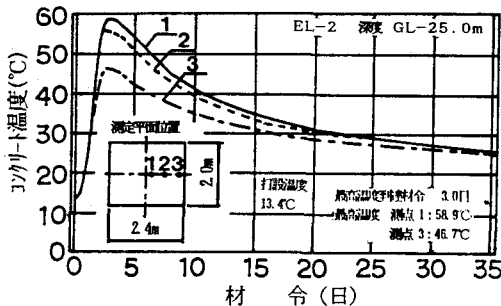


図-4 コンクリート温度の経時変化(壁長方向)

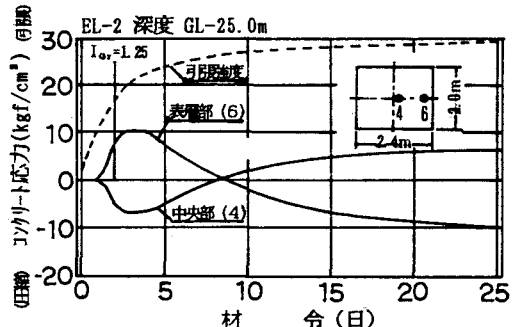


図-5 温度応力解析結果

4. あとがき

連壁コンクリートに超低発熱セメントを使用した場合、安定した品質のものが得られ、また、比較的セメント量の多い配合にも関わらず、ひび割れ発生の確率も小さかった。

《参考文献》1) 中野、長岡他; 超低発熱セメントを用いたコンクリートの基礎性状及び特殊水中コンクリートへの応用、材料 Vol. 38, No. 431