

V-49

低発熱型高強度コンクリートを用いた地下タンク側壁の施工

鹿島技術研究所 正会員 岩井 稔
 東京ガス生産技術部 高木 淳
 鹿島土木設計本部 深田 敦宏
 鹿島 東京支店 小河 知之

1. はじめに

液化天然ガス(LNG)の需要拡大に伴い大規模な地下タンクが建設されるようになり、地盤掘削量や工事費用の低減の観点から地下連続壁や側壁に高強度コンクリートの適用が検討されている。このような背景から、高強度コンクリートの技術的課題である温度ひび割れの低減を目的に、各種の低発熱セメントを用いた高強度コンクリートの開発研究が行われている。筆者らは、これまでに設計基準強度 600kgf/cm^2 の高強度コンクリートを対象に、高炉スラグ微粉末を多量に混和した低熱スラグセメント及び高性能AE減水剤を用いた低発熱型高強度コンクリートに関する諸検討を行ってきたが¹⁾、このコンクリートを容量20万klの大規模地下タンク側壁に適用したので、その結果について報告する。

2. 施工の概要

高強度コンクリートを適用した部位は、図-1に示す容量20万klの地下タンクの側壁(壁厚1.6m, 高さ約60m, コンクリート量 $24,400\text{m}^3$)である。この側壁を11ロットに分割してコンクリートを打設した。打設は5台のコンクリートポンプ車で行い、地上から鉛直下向きに圧送した。ポンプ車から打設位置までの圧送管(地上水平部約10m, 鉛直部最大60m)には $\phi 150\text{mm}$ を、側壁上面の打設位置(約20m)では $\phi 125\text{mm}$ 管を使用した。

コンクリートの配合を表-1に示す。セメントには、粉末度 $6000\text{cm}^2/\text{g}$ 以上の高炉スラグ微粉末を75%混入した低熱スラグセメント¹⁾を使用した。スランプフローは、ポンプ圧送等の施工性を考慮して、 $55\pm 5\text{cm}$ とした²⁾。コンクリートの製造は4プラント(いずれも強制二軸ミキサ)で行い、コンクリートの粘性が高くなることを考慮して、練りませ量をミキサ容量の80%とし、練りませ時間を120秒とした。この結果、1時間当たりのコンクリート供給量は4プラントの合計で 240m^3 となった。アジテータ車による運搬時間は10~40分の範囲であった。

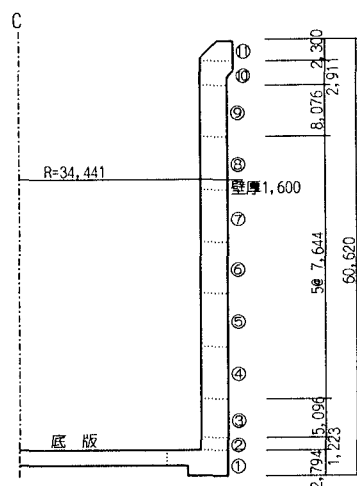


図-1 構造物の概要

3. 測定結果

(1)品質試験結果

施工時の品質試験結果を表-2に示す。プラントによって運搬時間が異なったが、現着時のスランプフローは大きな差がなく、すべて所定の値を満足していた。また、打設時期によってコンクリート温度が $10\sim 30^\circ\text{C}$

表-1 コンクリートの配合

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	スランプ フロー (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m^3)				混和剤 (C×%)
				水	セメント	細骨材	粗骨材	
30.0	39.6	55 ± 5	4 ± 1	165	533	636	1003	1.25

セメント：低熱スラグセメント(比重 2.96, 比表面積 $5770\text{cm}^2/\text{g}$)
 細骨材：千葉県君津産山砂(比重 2.59, 粗粒率 2.47)
 粗骨材：青森県八戸産石灰砕石(比重 2.71, 実積率 62.3%, $G_{\text{max}}20\text{mm}$)
 混和剤：高性能減水剤(N社製, ポリカルボン酸系)

の範囲で変化したが、スランプフローはあまり変化せず、高性能減水剤の添加量や配合を修正する必要はなかった。これは、使用した高性能AE減水剤の流動性の保持性能がよく、温度依存性が小さいためと考えられる。材齢91日の圧縮強度は、すべて設計基準強度を満足していた。圧縮強度の変動係数は、各プラントで2.4～3.7%（全体で平均値706kgf/cm²、変動係数3.8%）と非常に小さく、安定した品質であった。

(2) ポンプ圧送性及び打込み状況

ポンプ圧送は、吐出量30～40m³/hrで行った。鉛直配管長が45～60mの時に測定したピストン前面圧はポンプ車の限界圧(46kgf/cm²)の40～60%程度であり、ポンプに過剰な負荷をかけることなく圧送することができた。ポンプの実吐出量と水平配管部での圧力損失の関係を図-2に示す。水平配管部での圧力損失は0.25～0.35kgf/cm²/mであり、水中不分離性コンクリートより若干小さいが、スランプ12cmの普通コンクリートの3～4倍の圧送抵抗を示した。圧送によるスランプフローの低下は認められず筒先から10m程度流動することができた。バイブレータによる締固めを行ったが、コンクリートの粘性が高いことから長距離流動や締固めによる粗骨材の分離は認められなかった。

(3) 温度履歴

コンクリートの温度履歴を図-3に示す。側壁中心部での温度上昇量は約40℃であり、事前解析での予測結果とほぼ一致した。普通セメントを用いた同じ強度レベルの配合(単位セメント量483kg/m³)は、温度上昇量の予測値が50℃以上となることから、低熱スラグセメントを用いることによって温度上昇量を大きく低減できたものと考えられる。

4. おわりに

今回の施工により複数のプラントで安定した品質の高強度コンクリートが供給できること、一般のコンクリートポンプ車で圧送可能であることなどを実証することができた。最後に、本施工にご協力いただいた関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 溝淵, 岩井, 高木, 武内: 低発熱型高強度コンクリートの諸性質, コンクリート工学年次論文報告集 Vol. 15 No. 1, 1993
- 2) 万木, 溝淵, 武内: 低発熱型高炉セメントを用いた高強度コンクリートの施工性に関する研究, 鹿島技術研究所年報 第39号, 1991
- 3) 加島, 坂本, 樋口, 北口: 明石海峡大橋の水中コンクリート施工計画, セメントコンクリートNo. 508, 1989

表-2 品質試験結果

プラント	試験数	運搬時間	スランプフロー (cm)		材齢91日の圧縮強度 (kgf/cm ²)		
			平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	変動係数
A	41	約40分	54.9	2.6	698	24	3.4%
B	46	約15分	56.0	2.9	717	17	2.4%
C	46	約15分	54.6	2.5	721	21	2.9%
D	32	約40分	54.9	3.0	679	25	3.7%

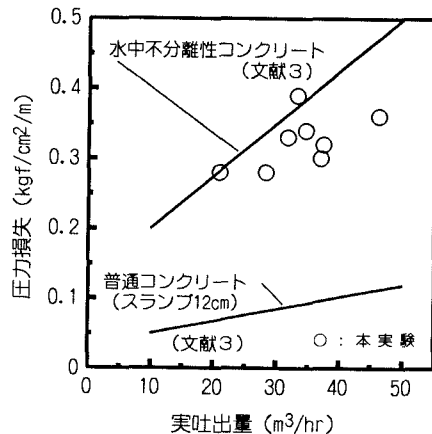


図-2 実吐出量と圧力損失の関係

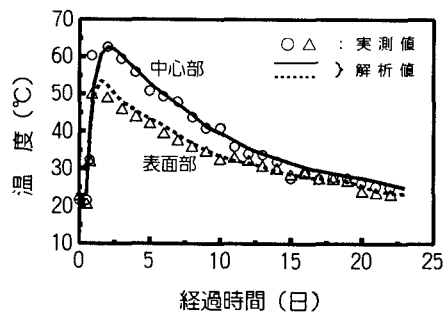


図-3 コンクリートの温度履歴