

V-578

高強度・高流動コンクリートの地下連続壁への適用
—硬化コンクリートの性質—

大成建設技術研究所 正会員 横田和直
 大成建設横浜支店 井関英生
 大成建設技術研究所 正会員 坂本 淳
 東京ガス生産技術部 正会員 小松原徹

1.はじめに

東京ガス(株)扇島工場で現在建設中の低温液化石油ガス(LPG)地下式貯槽(60,000kl)では、地下連続壁に設計基準強度 600kgf/cm^2 および 400kgf/cm^2 (いずれも材齢91日)の高強度コンクリートを使用している。高強度コンクリートを使用することで連壁厚を低減でき、掘削土量も減ずることができるため、経済性が発揮されると考えられる一方で、高強度化した連壁の品質には通常の連壁以上の信頼性が要求される。

そこで、この連壁コンクリートに、高ピーライト系の低発熱ポルトランドセメントを主体とする結合材と高性能AE減水剤、分離低減剤とを組合せた自己充填性能を有する高強度・高流動コンクリートを使用した¹⁾。本報告は、そのコンクリートの圧縮強度と構築後の連壁からコアボーリングにより採取した試料による構造体強度の評価結果をまとめたものである。

2.コンクリートの仕様

コンクリートの仕様と配合・材料の概略を表-1に示す。設計基準強度 600kgf/cm^2 配合に対しては、水中への打込みによる低減係数を0.9、割り増し係数を1.2(変動係数10%)とし、所要の配合強度を得、かつ自己充填性を満足する配合として水結合材比を30%とした。設計基準強度 400kgf/cm^2 配合に対しては、水中への打込みによる低減係数を0.8、割り増し係数を1.2としているが、この配合は、自己充填性を満足する必要から粉体量と単位水量を調整し水結合材比を35%とした。

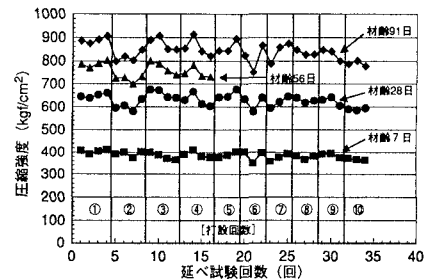
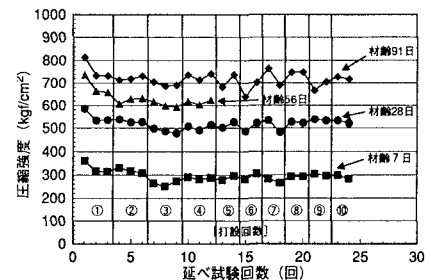
結合材には、低発熱性と低収縮性、長期強度発現の安定性^{2,3)}を考慮し、高ピーライト系低発熱ポルトランドセメントにフライアッシュを混合したセメントを使用した。高性能AE減水剤にはポリカルボン酸エーテル系を使用し、練上がり後、1.5時間流動性が保持できるものを用いた。また骨材の表面水率の変動などの材料のばらつきによるコンクリートの品質変動を抑制し、品質の安定性を高めるために、分離低減剤として天然高分子の多糖類ポリマーを添加した。骨材はプラントで通常使用しているものである。

3.圧縮強度の管理結果

図-1および図-2には、各エレメント打設時に採取した標準養生供試体の圧縮強度試験結果(10回打設分)を示す。1エレメント当りのコンクリート打設量は施工するエレメントにより相違するが、 $f_{ck}=600\text{kgf/cm}^2$ 配合で約 $250\sim 280\text{m}^3$ 、 $f_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$ 配合で約 $150\sim 170\text{m}^3$ であるので $50\sim 100\text{m}^3$ に1回試料を採取した。 $f_{ck}=600\text{kgf/cm}^2$ 配合では、材齢91日の圧縮強度平均値が 844kgf/cm^2 、標準偏差は 39.9kgf/cm^2 で変動係数が4.7%である。 $f_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$ 配合では、材齢91日の圧縮強度平均

表-1 コンクリートの仕様

設計基準強度(材齢91日)	600kgf/cm^2	400kgf/cm^2
水中での強度低下を考慮した圧縮強度(材齢91日)	667kgf/cm^2	500kgf/cm^2
配合強度(材齢91日)	800kgf/cm^2	600kgf/cm^2
スランプフロー	$65\pm 5\text{cm}$	$65\pm 5\text{cm}$
空気量	$4\pm 1\%$	$4\pm 1\%$
水結合材比	30.0%	35.1%
単位結合材量	560kg/m^3	470kg/m^3
結合材の種類	フライアッシュ混入高ピーライト系低発熱ポルトランドセメント	
混和剤	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸エーテル系
種類	分離低減剤	グルコース系天然多糖類

図-1 圧縮強度の変動 (600kgf/cm^2)図-2 圧縮強度の変動 (400kgf/cm^2)

均値が719kgf/cm²、標準偏差は35.1kgf/cm²で変動係数が4.9%である。いずれの配合でも所要の強度を十分満足しており、その変動も既往の実績³⁾とほぼ同等であることが確認された。

4. 構造体強度の評価

第1回に打設したエレメントの中央部から、材齢91日経過後に鉛直ボーリングによりコア(直径86mm)を採取し、材齢112日で圧縮強度試験を行なった。この結果を、高さ方向の強度分布図として図-3に示す。同図には、供試体を使用して測定した単位容積質量の測定値の分布も合わせて示す。

コンクリートの種類は深度GL.-31mにおいて切り替わっているものと考えられる。深度-6m以上でやや強度が小さくなる傾向があることを除いて、配合毎での上下方向の圧縮強度の変化は小さいと考えられる。また単位容積質量の分布も圧縮強度の分布と同様の傾向になっている。

$f_{ck}=600\text{kgf/cm}^2$ 配合、 $f_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$ 配合の各々のヒストグラムと平均値、標準偏差、変動係数を

図-4および図-5に示す。両配合とも、標準養生供試体と比べて変動係数が1~1.5%程度大きくなるものの、平均値は材齢91日の標準養生供試体強度を十分に上回るものとなっている。

標準養生供試体強度とコア強度を積算温度(基準温度0℃:温度履歴は解析値使用)軸上で比較した結果を図-6に示す。本配合コンクリートは、土中で高温履歴を受けた場合でも積算温度軸上で直線状に強度が増進する傾向があり、これを考慮すれば、コア強度により評価される構造体強度は、供試体強度と同程度の強度発現状態にある。すなわち、 $f_{ck}=600\text{kgf/cm}^2$ 、 $f_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$ 配合ともに、水中への打込みによる圧縮強度の低減は全く認められない。

5. まとめ

自己充填性能を有する高強度・高流動コンクリートを実際の地下連続壁工事に適用した結果、設計基準強度600kgf/cm²、400kgf/cm²の配合ともに所要の強度を十分満足する圧縮強度発現が得られた。このコンクリートを打込んだ構造体でも、泥水中での強度低下は認められず均質であることが明らかとなった。ボーリングコアもすべて連続しており、泥水のかみこみ等は全く認められず良質のものであった。

参考文献 1) 鍋木ほか: 高強度・高流動コンクリートの地下連続壁への適用—フレッシュコンクリートの性質—, 土木学会第50回年次学術講演会, 1995 2) 大友ほか: 高強度・超流動性連続地中壁コンクリートの充填性実験, 土木学会第48回年次学術講演会, 1993 3) 横井ほか: 高強度・高流動地下連続壁コンクリートの構造体強度, 土木学会第49回年次学術講演会, 1994 4) 大友ほか: 高強度・超流動コンクリートの充填性実験, 大成建設技術研究所報, 1993

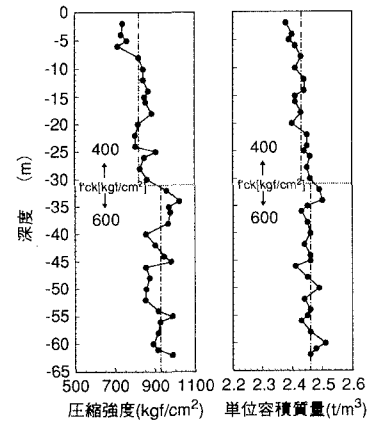


図-3 圧縮強度と単位容積質量の分布

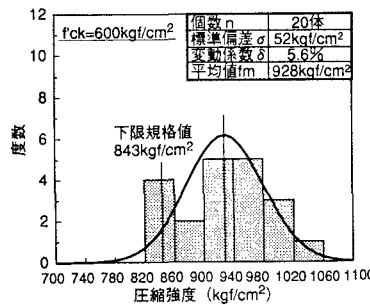


図-4 圧縮強度の分布(600kgf/cm²)

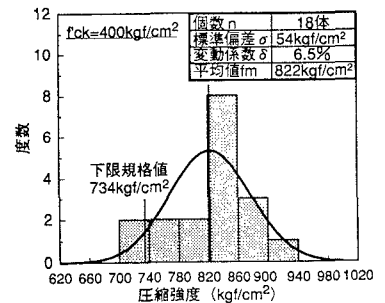


図-5 圧縮強度の分布(400kgf/cm²)

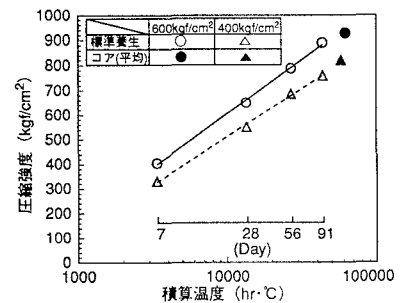


図-6 圧縮強度の発現状況