

V-364

高強度・高流動コンクリートを用いた地中連続壁の構造体強度

鹿島技術研究所 正会員 柳井 修司
 東京ガス生産技術部 宮崎 信一
 鹿島技術研究所 正会員 大野 俊夫
 鹿島土木技術本部 正会員 村田 俊彦

1. はじめに

東京ガス（株）扇島工場で建設中である液化天然ガス（LNG）地下式貯槽（20万kl）工事では、地中連続壁の高品質化及び建設コストの低減を目的として、高い土圧の作用する壁体下部に設計基準強度 51N/mm^2 （材齢 91 日）の自己充填性に優れた高強度・高流動コンクリートを、上部には設計基準強度 30N/mm^2 のコンクリートを使用している。今回、施工された地中連続壁から垂直コアボーリングを行い、強度レベルが異なるコンクリートの境界部の強度特性、水中打設及びマス養生が構造体強度に与える影響について調査・検討したので、ここに報告する。

2. 施工概要と測定項目

(1) 施工概要

施工された地中連続壁（壁厚 1.5 m、深さ 68.5 m）は、先行、後行各 18 パネルにより構成され、下部の 40.75 m（GL-27.75 m 以下）は設計基準強度 51N/mm^2 の高強度・高流動コンクリート（以下 51N）を使用し、圧縮強度の遷移領域 5 m を介して、上部の 22.75 m には 30N/mm^2 のコンクリート（以下 30N）を使用する設計としている。本報告で検討の対象とした先行パネルの概略を図-1に示す。

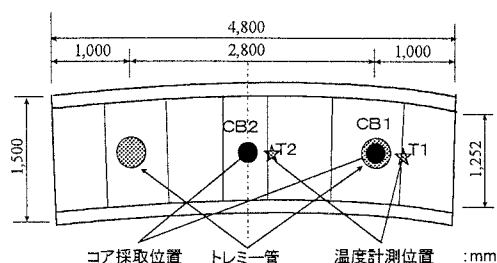


図-1 先行パネルの概略

表-1 コンクリートの仕様

設計基準強度	51N/mm^2	30N/mm^2
配合強度	80N/mm^2	40N/mm^2
目標スランブフロー	$65 \pm 5\text{cm}$	—
目標スランブ	—	$21 \pm 1.5\text{cm}$
目標空気量	$2.0 \pm 1\%$	$4.5 \pm 1.5\%$
水セメント比	35.0%	45.0%
単位セメント量	471kg/m^3	367kg/m^3
細骨材率	45.0%	50.0%
セメントの種類	高ビーク系ポルトランドセメント	
混和剤	高性能AE減水剤（ホリカルボン酸系） 増粘剤（ウレタンガム）	

コンクリートの仕様を表-1に示す。配合強度を決定する際には、水中打設に伴う低減率を 0.9^3 と設定した。結合材には高ビーク系ポルトランドセメントを使用した。

(2) 測定項目

表-2に測定項目を示す。コア（ $\phi 100\text{mm}$ ）は打設後 17～23 日にトレミー管設置位置（CB1）及びパネル中央（CB2）の 2 か所で GL-49 m まで採取した。コア採取後、試験材齢まで 20°C 水中養生を行い、1.5 m につき 5 本の割合で供試体を切り出して試験に供した。また、比較のため標準養生供試体も採取した。

3. 構造体強度の評価

(1) 遷移領域

コア供試体の深さ方向の圧縮強度分布（材齢 91 日）を図-2に、その統計データを表-3に示す。実施工でのコンクリートの切替は天端が GL-20.57 m（トレミー管下端は GL-23.5 m）の地点で行った。コア供試体の圧縮強度はトレミー管設置位置 CB1 では GL-26 m で明確に変化しているのに対し、パネル中央位置 CB2 では CB1 より浅い GL-20 m で変化している。トレミー管位置とパネル中央で強度変化を示す深度に約 6 m の差が生じた理由としては、トレミー管から打設される 30N は管内上載荷重により、まずトレミー管下方に潜り込み、その後側方に大きく流動することなく、トレミー管に沿って上方に移動したことになるものと思われた。また、GL-20～26 m では他の深度に比べて圧縮強度の変動が大きく、この範囲が

表-2 測定項目

	測定項目
標準供試体	圧縮強度、単位容積質量、静弾性係数 材齢：7, 30, 56, 91 日
コア供試体	圧縮強度、単位容積質量、静弾性係数 材齢：30, 56, 91 日 位置：図-1中に示すCB1及びCB2
壁体温度	打設後1か月まで計測 位置：図-1に示すT1及びT2 深度：GL-9.75, 14.75, 22.25, 29.75, 37.25, 44.75 m

強度の遷移領域であると考えられた。強度レベルの異なるコンクリートを連続的に打設する場合には、強度の遷移領域を設計段階で十分に考慮する必要があり、今回の施工においては、その範囲はトレミー管下端±3m程度であると判断された。

51Nを打設した部位では、深さ方向の圧縮強度のバラツキは極めて小さく、その変動係数はCB1で4.69%、CB2で2.82%であった。また、水平方向の強度差も0.2%と僅かであり、水中流動の影響は小さく、施工した地中連続壁の品質は極めて均一であると思われた。

(2) 強度低減率

図-3に材齢と圧縮強度(遷移領域を除いたサンプルの平均値)の関係を、図-

4に積算温度と圧縮強度の関係を示す。コア供試体は51N、30Nとも材齢30日で設計基準強度を満足し、いずれの材齢においても標準供試体の強度を上回った。また、積算温度に対しても標準供試体と同程度の強度増進を示したことから、施工が冬季に行われ、コンクリートの最高温度も

T2:GL-37.25mで46.9℃と比較的低く、マス養生による影響は小さかったものと思われた。

表-4にコア供試体(f_{CB})と標準供試体(f_{TP})の強度比(f_{CB}/f_{TP})を各材齢、深度ごとに示す。 f_{CB}/f_{TP} の値は30Nで0.93~1.43、51Nで1.01~1.24であった。コア供試体は上載荷重による加圧脱水、安定液中への打設によるセメント分の流出や安定液の巻き込み、マス養生による高温履歴など様々な影響を受けている。しかしながら、標準供試体に対して強度の低下を示したものはほとんどなく、特に51Nについては f_{CB}/f_{TP} がいずれの材齢、深度においても1.0を上回ったことから、本施工においては、水中打設やマス養生の影響は小さく、強度の低減はほとんど考慮しなくて良いと考えられた。

4. まとめ

コア供試体の強度試験を通して地中連続壁の構造体強度を調査した結果をまとめると以下のようになる。

- ①強度レベルが異なるコンクリートの連続打設に伴う強度の遷移領域はトレミー管下端±3m程度であった。
- ②高強度・高流動コンクリートを使用した部位では、強度のバラツキが小さく、極めて均一な品質であった。
- ③地中連続壁に打設された高強度・高流動コンクリートの強度低減はみられなかった。

参考文献 1) 大友ら：高性能地下連続壁のコンクリートの実大規模実証実験，鹿島技術研究所年報，1994. 10

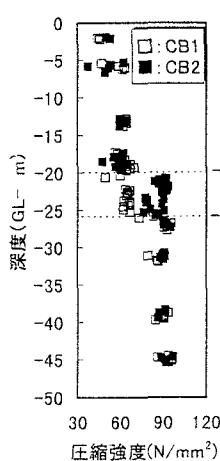


図-2 圧縮強度の分布

表-3 統計データ

圧縮強度(N/mm²)				
強度レベル 30N(GL-20m以上)				
種類	CB1	CB2	CB1.2	標準
サンプル数	22	22	44	5
平均値	60.1	56.4	58.3	48.8
変動係数	11.6	12.0	12.1	0.75
強度レベル 遷移領域(GL-20~26m)				
種類	CB1	CB2	CB1.2	標準
サンプル数	20	20	40	0
平均値	70.0	86.0	78.0	—
変動係数	16.3	6.36	15.4	—
強度レベル 51N(GL-26m以下)				
種類	CB1	CB2	CB1.2	標準
サンプル数	20	20	40	15
平均値	90.5	90.3	90.4	83.4
変動係数	4.69	2.82	3.82	3.79

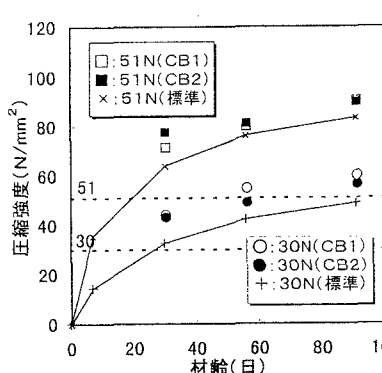


図-3 材齢と圧縮強度

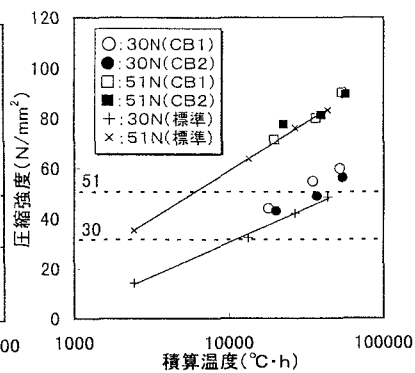


図-4 積算温度と圧縮強度

表-4 コア供試体と標準供試体の強度比

	深度 GL-m	CB1			CB2		
		30日	56日	91日	30日	56日	91日
30N	-2.2	-	-	0.93	-	-	1.05
	-6.0	-	-	1.16	-	-	1.02
	-7.5	-	1.26	-	-	1.15	-
	-9.0	1.39	-	-	1.22	-	-
	-13.5	-	1.35	-	-	1.17	-
	-15.0	-	-	-	-	-	-
	-16.5	1.35	-	-	1.43	-	-
	-18.0	-	-	1.23	-	-	1.17
51N	-27.0	-	-	1.11	-	-	1.10
	-28.5	1.11	-	-	1.20	-	-
	-30.0	-	1.10	-	-	1.09	-
	-31.5	-	-	1.04	-	-	1.07
	-36.0	1.21	-	-	1.24	-	-
	-37.5	-	1.01	-	-	1.06	-
	-39.0	-	-	1.08	-	-	1.06
	-43.5	1.04	-	-	1.22	-	-
	-45.0	-	-	1.12	-	-	1.10

コア供試体強度は1.5mあたりの平均値を使用(遷移領域は除く)