

地中連続壁に打設したコンクリートの品質安定性と構造体強度について

鹿島技術研究所 正会員 松本 信也
 東邦ガス株式会社 武居 正樹
 鹿島建設株式会社 深田 敦宏
 鹿島建設株式会社 大隈 充浩

1. 目的

東邦ガス(株)知多緑浜工場に建設中である No.2 LNG 地下タンク（20 万 k l）工事では、大深度地中連続壁（打設深度 101.8m）の合理化を目的として、深度方向の要求性能を考慮した設計基準強度，空気量，流動性の異なる 3 種類のコンクリートを使用している。ここでは、2005 年 10 月～2006 年 3 月に生コン会社 7 工場を使用して打設した地中連続壁コンクリートの品質安定性と構造体強度について報告する。

2. 施工概要

LNG タンクの構造図を図 - 1 に示す。施工された地中連続壁（壁厚 1.2m，深さ 101.8m）は、先行，後行各 18 パネルにより構成され、コンクリートの設計打設数量は、先行エレメント 24,666m³（1 エレメント平均 1,384m³），後行エレメント 6,392m³（1 エレメント平均 337m³），合計 31,058m³である。底板以深の 53.0m（GL-48.8～GL-101.8m）は設計基準強度 40N/mm²（材齢 91 日）のコンクリート（以下 40N-D）を，壁体下部の 16.4m（GL-32.4～GL-48.8m）には設計基準強度 50N/mm²の高流動コンクリート（以下 50N）を，上部の 30.9mには設計基準強度 40N/mm²のコンクリート（以下 40N-U）を使用した。

コンクリートの仕様を表 - 1 に，配合を表 - 2 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 0.9¹⁾と設定し，セメントには温度ひび割れの低減を図るため低熱ポルトランドセメントを使用した。

3. コンクリートの品質安定性と構造体強度

(1) 経時保持性能

7 工場において事前に実施した実機試験における 40N-U，50N のスランプおよびスランプフローの経時変化を図 - 2，図 - 3 に示す。なお，40N-D については 40N-U と同等の性能を有するため省略した。

40N-U では，製造から 120 分までスランプの急激な増大および減少が見られず，スランプフローにおいても 400mm 程度を維持するなど，良好な経時的品質安定性を有する結果であった。

50N においても，A 工場において製造から 30 分後に 70mm のスランプフローの増大が認められたが，その他では急激な増大および減少は見られず，120 分まで良好な経時的品質安定性を有する結果であった。なお，A 工場では実施工において練混ぜ時間を延長し流動性の変化を抑制している。

(2) 品質試験管理結果

各配合における工場別受入れ検査時のスランプおよびスランプフローの試験結果を表 - 3 に示す。40N-D では試験回数 506 回でスラン

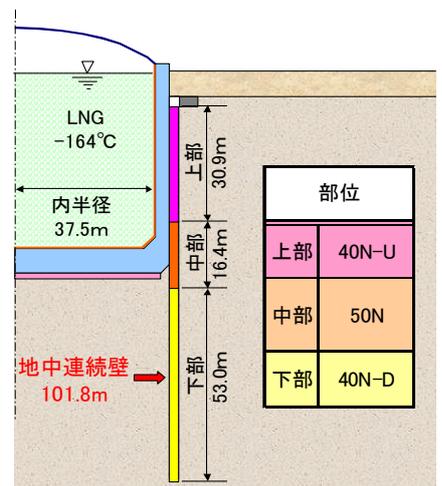


図-1 LNG 地下タンクの構造

表-1 コンクリートの仕様

配合名	40N-D	50N	40N-U
設計基準強度(N/mm ²)	40	50	40
配合強度(N/mm ²)	53.3	66.7	53.3
保証材齢(日)	91		
スランプフロー(mm)	-	600±50	-
スランプ(cm)	21±1.5	-	21±1.5
空気量(%)	2.0±1.0	4.0±1.0	5.0±1.0
最大粗骨材寸法(mm)	20		
セメントの種類	低熱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(ウレタンゴム)	-
流動性保持時間(分)	120		

表-2 コンクリートの配合

配合名	空気量 (%)	W/C (%)	w/p (%)	s/a (%)	s/m (%)	単位量(kg/m ³)				SP (C×%)	増粘剤 (W×%)
						W	C	S	G		
40N-D	2.0±1.0	45.9	-	50.0	-	170	370	905	938	1.35	-
50N	4.0±1.0	36.2	116.5	-	48.6	170	470	782	932	1.90	0.2
40N-U	5.0±1.0	44.6	-	50.0	-	165	370	872	905	1.20	-

キーワード LNG地下タンク, 地中連続壁コンクリート, 品質安定性, 水中低減率

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 042-489-7076

プの平均値は 21.7~22.2cm, 標準偏差 0.4~0.6cm, 50N では試験回数 788 回でスランプフローの平均値 601mm~626mm, 標準偏差 15~21mm, 40N-U では試験回数 270 回でスランプの平均値 21.8~22.1cm, 標準偏差 0.3~0.5cm であり, 不合格は 40N-D の 4 台のみと安定した品質のコンクリートが納品される結果となった。

また, 全施工期間に出荷した 3 工場における 50N のスランプフローとコンクリート温度を図 - 4 に示す。コンクリート温度が 24 ~ 10 という大きい変動下においてもスランプフローが安定しており, ミキサ負荷電流値を使用した適切な骨材の表面水率設定と高性能 AE 減水剤添加率の調整により, 所定の品質を満足するコンクリートの安定供給が図られた。

(3) 構造体強度と水中低減率

保証材齢 91 日におけるボーリングコア(95mm)の圧縮強度と標準養生供試体との比から算出した打設深度ごとの水中低減率を図 - 5 に示す。コアは初回に打設した先行エレメントからトレミー設置間隔 (@3,000mm) の中央位置から GL-35m まで採取した。50N から 40N-U への切替えは, コンクリートの天端が GL-25.5m (トレミー下端は GL-28.0m) の地点で行った。

同図から, いずれも設計基準強度を十分に満足しており, 40N-U の区間での水中低減率は 0.93~1.21, 50N の区間では 1.28~1.37 であった。水中低減率は安定液と接するコンクリート天端付近のセメントの洗われや安定液の巻き込みを考慮して設定されるが, 標準供試体と同等以上の強度が得られており, 強度の低減はほとんど考慮しなくて良いとも考えられた。また, 同図から, 40N-U と 50N が混じり合う遷移区間は約 3m 程度であると考えられた。

4. おわりに

今回, 設計・施工条件から 3 種類のコンクリートを 7 工場より出荷して地中連続壁に打設したが, 事前の試験練り, 実機試験, 施工時の製造・品質管理を確実に行うことにより, 品質安定性に優れたコンクリートを供給することができた。また, 今後は地中連続壁コンクリートの水中低減率, 配合切替え時の流動状況の把握, 遷移領域の定量化, などの詳細を種々の実験とともに検討する予定である。

参考文献

- 1) 瀬戸ら：地中連続壁用高強度・高流動コンクリートの品質安定性, 土木学会第 51 回年次学術講演会 1996.9

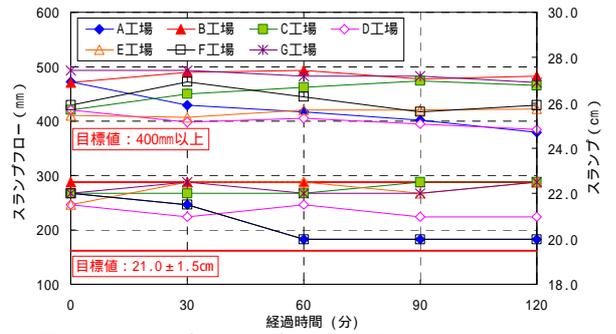


図-2 スランプ, スランプフローの経時変化(40N-D)

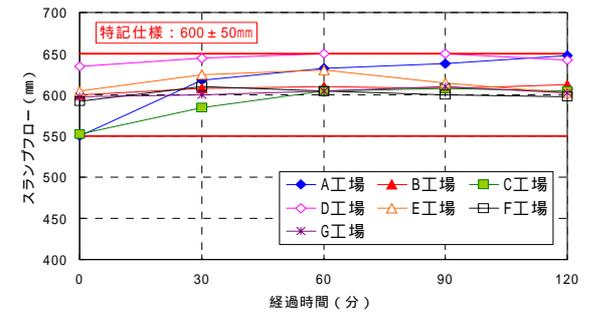


図-3 スランプフローの経時変化(50N)

表-3 スランプ, スランプフローの品質管理試験結果

工場名	運搬時間(分)	40N-D測定		50N測定		40N-U測定	
		試験台数(台)	スランプ平均値(平均値)標準偏差(標準偏差)	試験台数(台)	スランプフロー平均値(平均値)標準偏差(標準偏差)	試験台数(台)	スランプ平均値(平均値)標準偏差(標準偏差)
A工場	10	65	21.7 / 0.5	111	617 / 17	38	21.8 / 0.5
B工場	25	85	21.8 / 0.6	130	626 / 15	47	21.9 / 0.4
C工場	25	68	21.7 / 0.5	122	609 / 19	38	21.9 / 0.5
D工場	25	71	21.8 / 0.6	120	624 / 17	33	22.0 / 0.3
E工場	25	56	21.7 / 0.5	88	620 / 15	29	22.1 / 0.4
F工場	35	81	22.2 / 0.4	129	601 / 21	44	22.0 / 0.5
G工場	40	80	21.7 / 0.6	88	620 / 15	41	22.0 / 0.5
備考	-	計506台(内, 4台不合格)連続5台, 以降1回/50m ³		計788台(全車合格)		計270台(全車合格)	

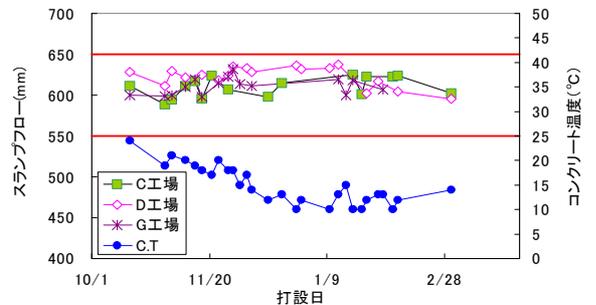


図-4 50Nスランプフローとコンクリート温度

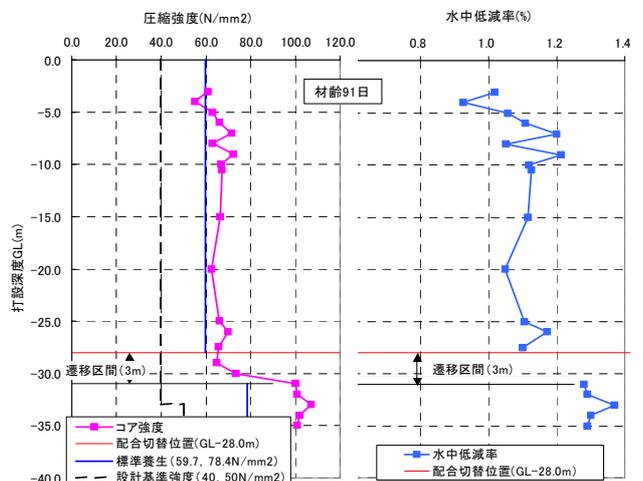


図-5 構造体強度と水中低減率の関係