

PCLNG 地上タンクにおける長大水平 PC グラウトの充填施工性確認試験と施工実績

○清水建設（株） 正会員 岡村 謙作※1
 清水建設（株） 正会員 若林 雅樹※1
 堺 L N G（株） 村上 岳彦
 三菱重工業（株） 正会員 秋山 洋

1. はじめに

堺 L N G（株）堺 L N G センター建設工事において、2006 年 1 月開業に向けて、外径 81.3m、高さ 35.6m、容量 14 万 kL の PCLNG 地上タンク 3 基（図-1）の建設工事が進んでいる。このタンクは、基礎版外周部と防液堤に合計 65 段の水平 PC テンドンが配置される。各段については円周方向を 2 分割しているため、1 系統あたりの延長は 134m に及ぶ（図-2）。プレストレス導入後に充填される PC グラウトは PC 鋼材の防錆とコンクリートとの一体化を目的とするため、シース内に空隙を残すことなく密実に充填する必要がある。特に長大水平グラウトは、先流れによる充填不良や充填圧力不足によるシース内閉塞等が懸念されるため、施工には十分な検討が必要となる。そこで本工事では、長大水平グラウトの充填施工性を確認するために基本試験を行い、さらに実寸大のグラウト注入試験を実施し、グラウトの充填性能を事前に確認した。

本稿では、本工事で実施した充填施工性確認試験結果および水平 PC グラウトの施工実績を報告する。

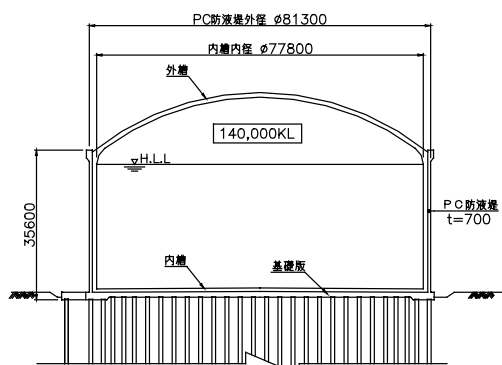


図-1 PCLNG 地上タンク一般構造図

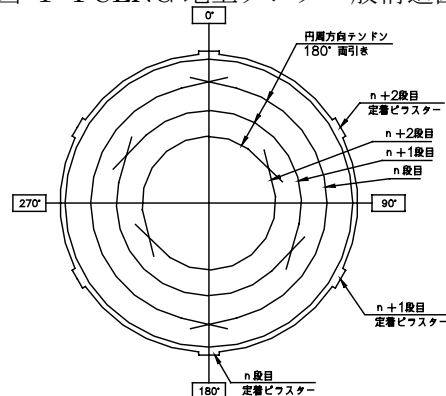


図-2 水平 PC テンドン配置要領図

2. 水平グラウトの基本配合

水平グラウトの基本配合を表-1 に示す。混和剤は、市販品のノンブリージングタイプ非膨張型高粘性グラウト用のもの（流動性規格値： $J_p=14$ 秒～23 秒）を選定した。

3. 充填施工性確認試験

充填施工性確認試験は以下の点の確認を目的として実施した。

- ① 流動性規格値下限付近での先流れ現象の有無
- ② 定着部、シース内のグラウト充填性（空隙の有無）
- ③ 流動性の違いによるシース内の損失圧力
- ④ 注入前後のグラウトの性能変化

3.1 基本性能確認試験

市販品混和剤を使用したグラウトの性能を確認するため、表-2 に示す試験体により、グラウトの基本性能確認試験を実施した。グラウト流量は一律 10L/min とした。

No.③については、透明シースを使用し目視により先流れの有無を確認した。流動性規格下限値以下（表-3）であったが、先流れ現象は見られず、硬化後においても空隙は見られなかった。また、No.①と②の試験体についても良好な充填性が確保できることを確認した。

表-1 水平グラウトの基本配合例（W/C=42.5%）

項目	仕様	配合
セメント	普通ポルトランドセメント	1,340kg
混和剤	GF1720（株）ポゾリス物産	13.40kg
水	上水	570kg

表-2 基本性能確認試験の試験体

No.	シース材質	長さ (m)	WC (%)	PC 鋼材の有無
①	#2095	10	42	有
②	#2095	10	43	有
③	透明シース φ90mm	9	44	有

キーワード：水平 PC テンドン、PC グラウト、 J_p ロート流下時間（略称： J_p ）、先流れ、圧力損失

* 1 〒105-8007 東京都 港区 芝浦 1 丁目 2 番 3 号 シーバンス S 館 TEL 03-5441-1111

また、各試験体におけるシース単位長さあたりの損失圧力と注入ホース損失圧力（表-3）から、134m注入時の予想損失圧力は最大で **2.2MPa** となった。（表-4）

以上の結果から、流動性規格下限値（ $J_p=14$ 秒）を確保すればグラウトの先流れ現象はなく、流動性規格上限値（ $J_p=23$ 秒）以下で管理することで、グラウトポンプ圧送圧力不足による閉塞はおこらないと判断した。

3.2 実大モデル試験

実大モデルは、シースの高低差、定着部、PC 鋼線を再現し、長さ方向は 134mの実長を直線でモデル化した（写真-1）。また、シース管の下り勾配部と一般部 10m毎に透明シースを設置し、各所で先流れ現象がないか目視で観察した（写真-2）。グラウトの W/C は、流動性規格値を確保できる範囲で流動性が高い 43%とした。

（1）試験結果

注入中のグラウトの流動性は $J_p=15$ 秒台の規格値内で安定していた。注入時の圧送圧力は、最大 **1.45Mpa** となり、基本性能試験で得られた予測値に近い値を示した。注入中はいずれの透明シース部においても先流れ現象は見られず、硬化後の充填状況は、シース内、定着部内ともに良好であった（写真-3,4）。さらに、排出口から採取したグラウトの流動性も $J_p=15$ 秒台であり、注入開始時の流動性を維持している結果となった。また、注入前のグラウトと排出口のグラウトで強度比較を行ったが、双方ともに約 **70N/mm²** となりばらつきは見られなかった。

（2）考察

高粘性グラウトは粘性を高めることにより先流れを防ぐものである。本試験では $J_p=15$ 秒であり、下限規格値 $J_p=14$ 秒に近い値であったが先流れ現象は見られず高い充填性を示したことから、実工事でも下限規格値を満足すれば充填性が確保できると考えられた。また、ポンプ圧力は基本性能試験結果に基づく予測値に近く、上限規格値 $J_p=23$ 秒ではポンプ能力の余裕が少なくなることが予想された。施工時のばらつきを考慮し、ポンプ能力の80%以下で注入できるよう、 $J_p=20$ 秒以下での流動性管理が適切であると判断した。

4. 施工実績

グラウトの流動性管理目標を $J_p=14$ 秒～20 秒として、タンク 3 基について合計 42 段 84 系統のグラウト工を実施した（図-3）。その結果、ポンプ負荷圧力を **2.0Mpa** 以下で管理することができ、シース内で閉塞させることなく、安定したグラウト注入量を充填することができた。（参考文献）※3 PC グラウト施工マニュアル（改訂版）2002 （社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会）

表-3 各配合のグラウト性状と損失圧力

No.	W/C (%)	グラウト温度 (°C)	J_p ※2 (秒)	シース損失圧力 (MPa/m)	注入ホース損失圧力 (MPa)
①	42	17	22.88	0.007	1.2
②	43	15.5	19.41	0.004	1.0
③	44	15.5	12.25	0.001	0.95

※2 J_p 規格値：14～23 秒

表-4 ポンプ負荷圧力予測値

No.	流動性 J_p (秒)	グラウトポンプ必要圧力予測値 (MPa)
①	22.88	2.2
②	19.41	1.6
③	12.25	1.1
グラウトポンプ性能		2.5



写真-1 実大モデル試験体全景

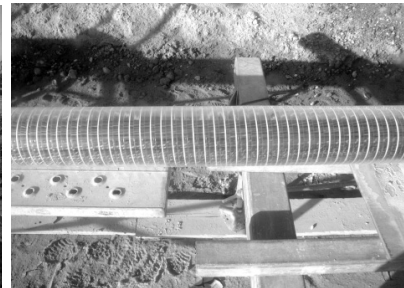


写真-2 透明シース部

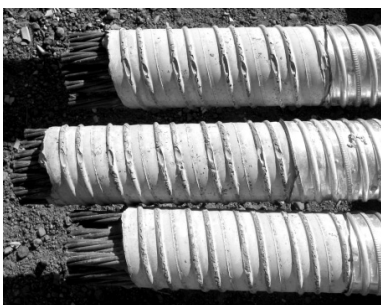


写真-3 グラウト充填状況
(130m付近)

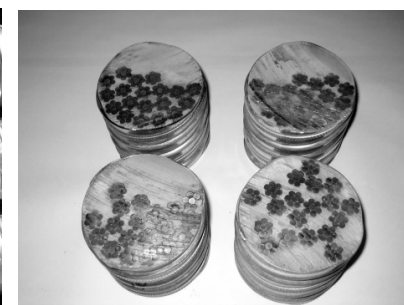


写真-4 グラウト充填状況
(上：注入側 下左：中間 下右：排出口側)

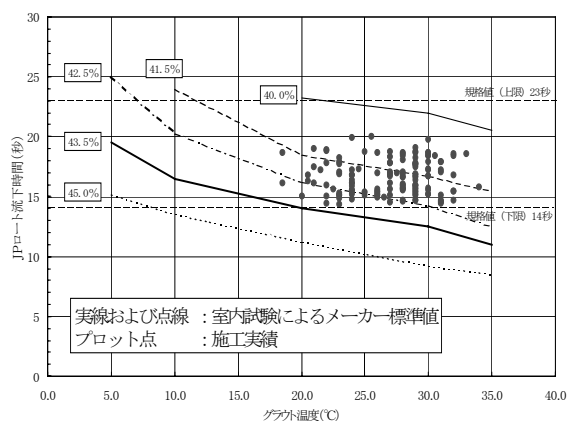


図-3 グラウト流動性施工管理結果（W/C=43%）※3