

配管竪坑プラグコンクリートの施工実績 — 倉敷国家石油ガス備蓄基地（配管竪坑工事その3） —

鹿島建設株式会社 正会員 ○柳井 修司, 渡邊 賢三, 森 孝之, 手塚 康成, 秋田 伸
 独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 正会員 前島 俊雄

1. はじめに

岡山県倉敷市に位置するLPG国家備蓄倉敷基地は、地下約160~184mに建設された水封式岩盤貯槽（貯蔵量 40 万 t）である。このうち、配管竪坑プラグは、操業時に使用するLPG受払い管等の各種配管を固定し、貯槽の「ふた」の役割を担うため、極めて高い水密性と気密性が要求された。ここでは、当該部位のコンクリートの打設実績と水密性・気密性確保のための各種対策のうち、支保工の変形に伴う沈下ひび割れの防止対策について報告する。

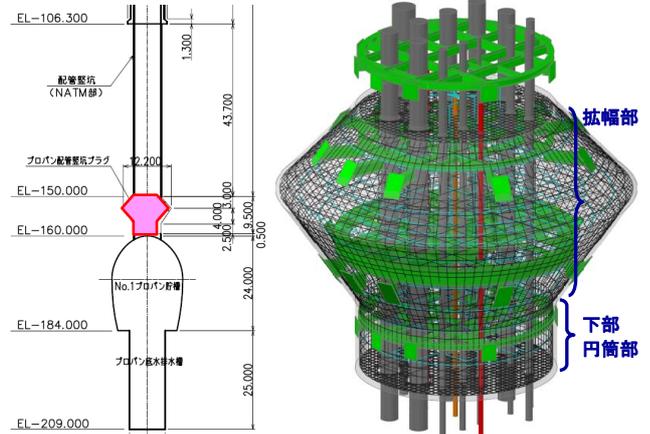


図-1 配管竪坑プラグの概要

2. 配管竪坑プラグの概要

配管竪坑のプラグの概要を図-1に示す。プラグは、水深約150mの水圧に耐え、かつ貯槽からのLPGの漏洩を長期にわたって防ぐための水密性・気密性が要求される。このため、コンクリートの施工に際しては、種々の課題を抽出し、それぞれについて対策を講じた。主な課題と対策を表-1にまとめて示す。

表-1 主な課題と対策

課題 (留意事項)	施工上の対策	備考
① 600m ³ のマスキングコンクリートの温度ひび割れの防止	低発熱・低収縮性を有する高流動コンクリートの使用 パイプクーリングによる温度制御 打込み温度の規制	参考文献1) 参考文献2), 3)
② 連続打設による一体化(打継目のない構造)	コンクリートの連続供給(出荷工場の確保) 昼夜連続施工	本報
③ 各種配管, 固定用架構, 鉄筋, グラウト管, パイプクーリング用の管等鋼材が多数配置された空間への充填性 コンクリート自身の水密性	併用系高流動コンクリート(自己充填性ランクI)の採用 水結材比55%, 膨張材添加, スランプフロー70cm	参考文献1)
④ コンクリートとLPG受払い配管および岩盤との肌隙	止水・防水対策	参考文献4)
⑤ 側面が岩盤であるため、湧水が打込み中のコンクリートに侵入しやすい	集水, バキューム, スポンジによる水処理	-
⑥ 支保工の設置高さが24.5mと高く、沈下ひび割れが生じやすい	高剛性支保工の採用 コンクリートの強度発現(初期強度)を考慮した打設計画	本報
⑦ コンクリートの吹上げ施工(地下150mに位置)	圧送実験による施工性の事前照査	参考文献1)

3. 支保工の沈下を考慮した打設計画

プラグの水密性・気密性を確保するためには、ひび割れの防止が最重要課題となる。当該プラグの施工においては、図-2に示すように、貯槽下端から立ち上げた支保工でプラグコンクリートの自重(1,500tf)を支持することになるため、支保工の変形に伴う沈下ひび割れの発生が懸念された。打継目を設けることなく連続的にコンクリートを打ち込んだ場合、市販される最も剛性の高い部材で支持した場合でも約17mmの沈下が生じることが予測された(馴染みを含まない弾性変形)。そこで、図-3に示す(計画)のように打上がり速度を調整して、下部円筒部①リフトの打込みで支保工の馴染みを取り除き、中断を交えながらその後の時間経過で岩盤との付着強度を発現させることで、上部拡幅部の自重を負担させるような計画を立案した。打込みに際しては、初期の馴染みを除外した支保工の沈下量が目標管理値3.0mm以下(予測値は3.43mm:表-2)であること、拡幅部の打込み開始時に下部円筒部のコンクリートの圧縮強度が0.3N/mm²(付着強度0.06N/mm²に相当、貫入抵抗試験から推測⁵⁾)に達していることを重点管理項目として設定した。支保工の沈下抑制に対する強度の管理フローを図-4に示す。

キーワード 竪坑プラグ, 高流動コンクリート, 支保工, 沈下ひび割れ

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL: 042-489-8018

4. 施工結果

堅坑プラグにおける低発熱・低収縮性を有する高流動コンクリート
 1) の打設実績を図-3に示す。コンクリートは、市中の2工場から1工場ずつ交代で製造・運搬し、支保工沿いに立ち上げた配管をプラグ天端でY字管を用いて4つに分岐し、簡易ホップから鉛直ホースを介して打ち込んだ(図-2)。支保工の馴染み・沈下、下部円筒部コンクリートの強度発現、架鋼部での沈降、出荷工場の切替えを考慮しながら、総量 622m³を 43 時間 40 分(昼夜連続)で、ほぼ計画通りに打ち終えることができた(図-3)。支保工の沈下計測結果を図-3および表-2に示す。打込み開始直後に支保工構成材料の馴染みと思われる沈下が急激に生じたが(2mm程度:図からは削除)、下部円筒部(①, ②リフト)の沈下量はほぼ予想通りの値に収束した。また、上部拡幅部(③リフト以降)の打設に伴う沈下量は予想よりも小さく、トータルの沈下量を目標値 3.0mm以下に管理することができた。これは、図-5に示すようにコンクリートの強度発現がほぼ想定通りであったこと、下部円筒部を計画よりも時間をかけて打ち込んだことにより、下部円筒部コンクリートの圧縮強度が管理値 0.3N/mm²よりも大きかったためであると判断される(実測値 1.0N/mm²程度:図-5)。

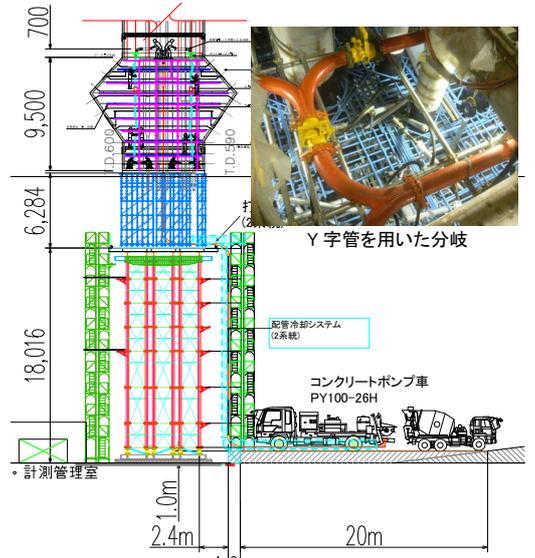


図-2 打込み時の配置図

表-2 支保工の沈下計測結果

	予測値 (馴染みを除く)	実測値 (ワイヤ変位計)
下部円筒部	1.86mm	1.39mm*
上部	1.57mm	0.43mm
合計	3.43mm	1.82mm

※: 馴染み2mmを除外

5. おわりに

倉敷基地プロパン貯槽工事における堅坑配管プラグのコンクリートの施工において、支保工の変形に伴う沈下ひび割れを防止する対策を講じた。貯槽としての水密性・気密性の検査も完了し、2013年3月現在、LPGの受入れも順調に進んでいる。今回のひび割れ抑制対策の考え方、施工管理が適切であったことを追記する。

参考文献 1) 岸田ら: プラグコンクリートに用いた低発熱・低収縮コンクリートの諸特性, 土木学会第68回年次学術講演会講演概要集, 2013.9 2) 新井ら: 配管堅坑プラグコンクリートの温度ひび割れ対策, 土木学会第68回年次学術講演会講演概要集, 2013.9 3) 井上ら: エポキシ樹脂被覆金属管を用いたエアクーリング, 土木学会第68回年次学術講演会講演概要集, 2013.9 4) 秋田ら: LPG受入管周囲の防水処理に関する検討と施工, 土木学会第68回年次学術講演会講演概要集, 2013.9 5) 溝渕ら: 早期脱型を考慮した高強度・高流動コンクリートの諸物性に関する検討, コンクリート工学年次論文報告集 Vol. 21, No. 2, pp. 1111~1116, 1999.7

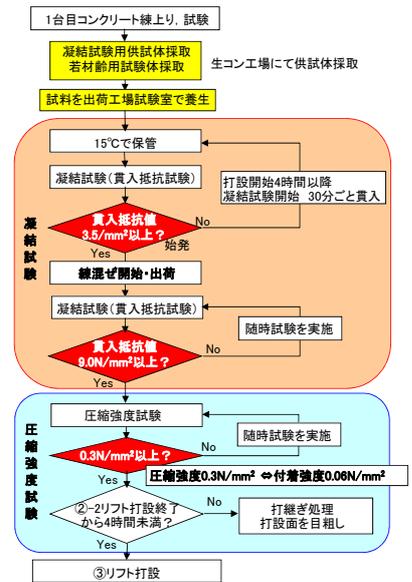


図-4 強度の管理フロー

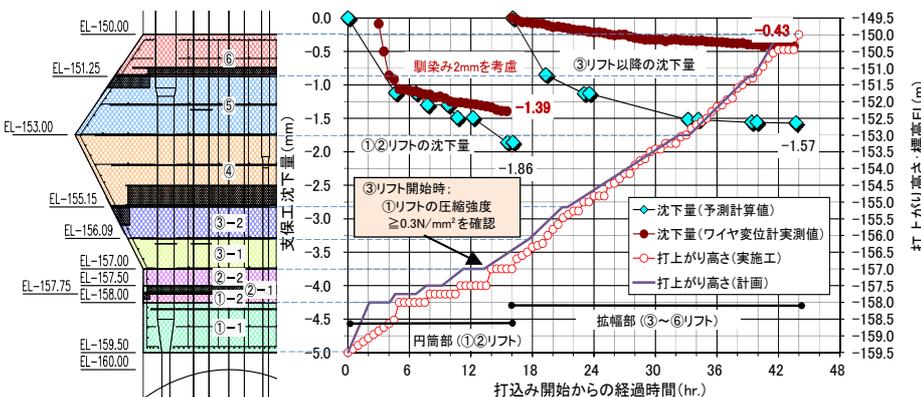


図-3 打設計画と実績(打上がり高さ)と支保工の沈下

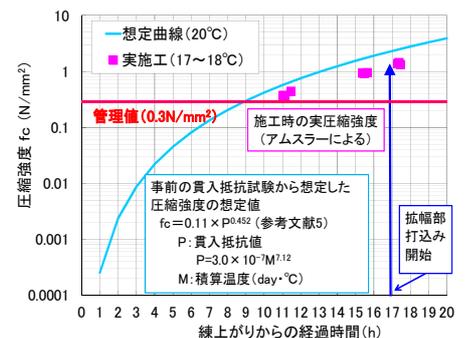


図-5 初期圧縮強度の管理結果