

LPG 岩盤貯槽における配管堅坑プラグの型枠支保工の沈下によるひび割れの防止対策

(株)大林組 正会員 ○川西 貴士
(株)大林組 正会員 伊藤 克也
(株)大林組 正会員 宮崎 裕光
(独)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

波方国家石油ガス備蓄基地では、液化石油ガス（LPG）を貯蔵するためのLPG岩盤貯槽が構築されている。この貯槽には、LPGを流入出するための金属管を配した配管堅坑プラグ（以下、プラグと呼称）が設置される。このプラグのコンクリートには、LPGの漏気を防止するための気密性が求められている。

プラグの施工にあたり、温度応力や型枠支保工の沈下によるひび割れの発生が懸念された。温度応力によるひび割れについては、プレクーリング¹⁾やポストクーリングによりひび割れを防止する対策を講じた。本稿では、型枠支保工の沈下によるひび割れを防止するために実施した対策について報告する。

2. ひび割れの防止対策の概要

プラグは、図1に示すとおり、力学的な安定のために拡幅部が設けられており、型枠支保工が沈下する際に、断面が変化する部位にひび割れの発生が懸念された。そこで、倉敷国家石油ガス備蓄基地の沈下対策の方針を参考にして、プラグ下部のコンクリートの剛性や岩盤とコンクリートとの付着に期待し、沈下を抑制する対策を講じることとした。そのため、許容打重ね時間間隔を確保しながら、できるだけ速度を低減して打ち込む必要があった。

打込みの計画や型枠支保工の沈下を推定するために、貫入抵抗値、圧縮強度および付着強度について、事前に試験を行い、コンクリートの若材齢時の基礎物性を確認した。その物性をもとにFEM解析を行い、沈下量の予測と打込み計画の立案を行った。

①プラグを7リフトに分割し、打込み量と打込み速度をリフトごとに管理した。リフト割の概要と打込みの計画を図2に示す。1リフト目のコンクリートは、速い速度で打ち込み（20m³/時間）、2リフト目および3リフト目は、1リフト目のコンクリートの強

度を発現させるために、できるだけ打込み速度を低減することとした（5m³/時間）。4リフト目以降は、再び打込み速度を増加させた。②3リフト目と4リフト目の打込みを開始するための条件として、表2のような1リフト目に採取したコンクリートの圧縮強度の管理値を設け、コンクリートの硬化の速度の管理を行った。③貫入抵抗値の測定結果から、許容打重ね時間間隔を3.5時間と設定し、コールドジョイントにならないよう管理した。

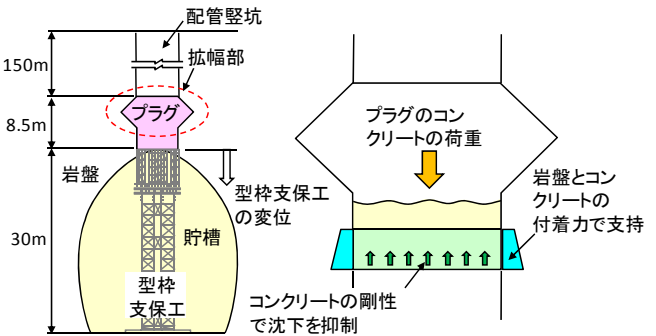


図1 沈下抑制対策の概要

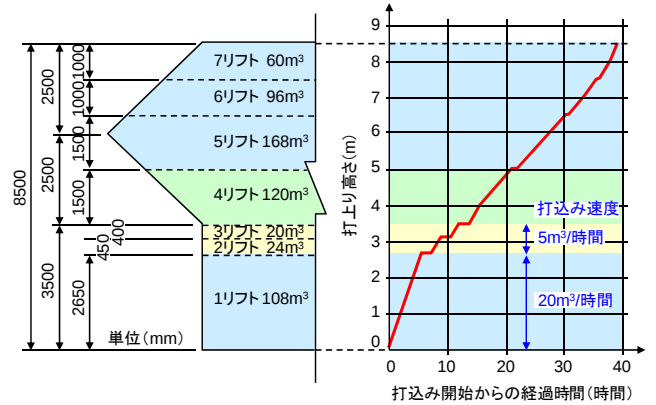


図2 リフト割の概要および打込みの計画

表1 コンクリートの配合

水結合 材比 (%)	細骨材 率 (%)	単位量 (kg/m ³)						分離 低減剤 (kg/m ³)	高性能AE 減水剤 (kg/m ³)
		水	セメント	膨張材	石灰石 微粉末	細骨材	粗骨材		
W/(C+EX)	s/a	W	C	EX	LP	S	G	VM	SP
55.0	51.5	175	303	15	282	789	765	0.3	6.00

コンクリートの配合を表 1 に示す。温度応力によるひび割れを防止するために低熱ポルトランドセメントおよび膨張材を使用し、貯槽内に密実にコンクリートを打ち込むために石灰石微粉末および分離低減剤を用いた高流動コンクリートとした。

3. 施工結果

施工時に測定した貫入抵抗値の結果を図 3 に示す。また、圧縮強度の試験結果を表 2 および図 4 に示す。両者とも事前に確認した室内での試験結果と施工時に確認した値は、精度良く一致した。1 リフト目に採取したコンクリートの圧縮強度については、2 リフトと 3 リフトの打込みを開始するための管理値よりいずれも上回る結果が得られており、打込みを中断することなく、継続して施工することができた。

型枠支保工の沈下量の比較を表 3 に示す。また、打込みの実績および型枠支保工の沈下量を図 5 に示す。初期の段階は、型枠支保工の弾性変形やなじみにより沈下量が増加したが、コンクリートの硬化とともに沈下は収束した。拡張部の 4 リフトの打込み開始からの沈下量は、0.5mm であり、管理値以内で打込みを行うことができた。最終沈下量の予測値が 10.3mm であるのに対して、実測による最終沈下量は 9.7mm であり、ほぼ計画どおりに施工を行うことができた、沈下を抑制することができた。

4. まとめ

本工事では、プラグの施工に際して、型枠支保工の沈下によるひび割れを防止するために、事前に確認したコンクリートの若材齢の基礎物性をもとに、沈下量の予測や打込み方法の検討を行い、施工計画を立案した。実際の施工においては、ほぼ計画どおりに打込みを行うことができた、沈下量を抑制することができた。

脱型後のコンクリートの表面には、ひび割れなどの初期欠陥はなく、気密性の高いプラグが構築できたものと考えられる。今後、マスコンクリートの沈下ひび割れの対策が求められる施工に適用できれば幸いである。

参考文献

1)前島俊雄, 小川智広, 市川雅之, 片野啓三郎: プラグコンクリートの施工における打込み温度低減対策, 土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集, VI-359, pp.717-718, 2011.8

表 2 圧縮強度の管理値および試験結果
(1 リフト目のコンクリート)

試験時期	試験体採取した生コン車	管理値 (N/mm ²)	試験結果 (N/mm ²)	試験材齢 (時間)
2リフト 打込み完了時	1台目(4m ³ 目)	—	0.29	6.0
		0.74	1.11	10.4
	13台目(52m ³ 目)	0.34	0.44	7.3
3リフト 打込み完了時	1台目(4m ³ 目)	1.29	1.83	13.4
	13台目(52m ³ 目)	0.87	1.11	10.5
	26台目(104m ³ 目)	0.48	0.59	7.8

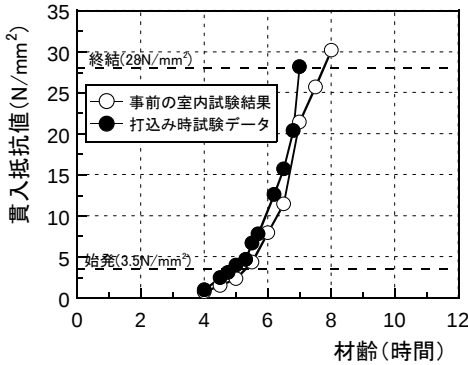


図 3 貫入抵抗値の測定結果

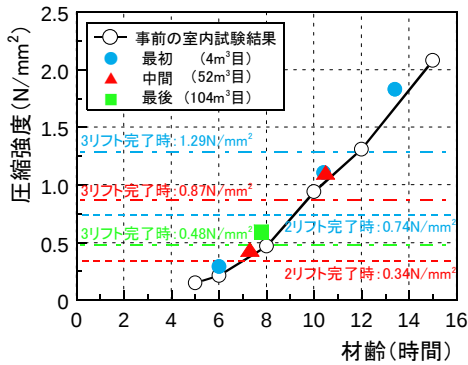


図 4 圧縮強度の試験結果

表 3 型枠支保工の沈下量の比較

リフトNo.	型枠支保工の沈下量(mm)		
	予測値	管理値	実測値
1リフト	8.0※	9.5 (予測値+1.5)	8.7
2, 3リフト	1.8	2.6 (予測値+0.8)	0.5
4~7リフト	0.5	1.3 (予測値+0.8)	0.5
合計	10.3	—	9.7

※型枠支保工のなじみは除く

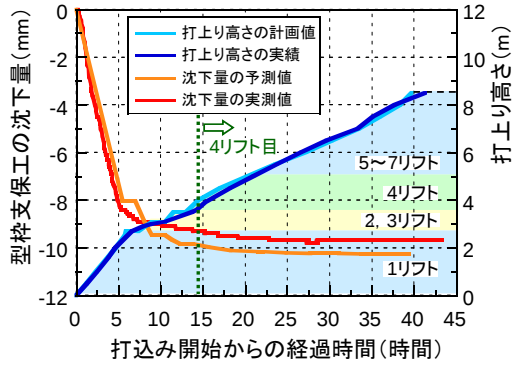


図 5 打込みの実績および型枠支保工の沈下量