

## LPG 地上式タンク向け PC 鋼棒の低温性能確認試験

清水建設 (株)	正会員	伊藤 健二 <sup>*1</sup>
清水建設 (株)	正会員	○小谷 龍矢 <sup>*1</sup>
東京ガス (株)		吉田 雄介 <sup>*2</sup>
高周波熱錬 (株)		鹿子生 悟 <sup>*3</sup>

### 1. はじめに

現在、東京ガス (株) は日立LNG基地においてPCLPG地上式貯槽 (容量5万kL) を建設中である。ここでは、本貯槽に採用されたPC鋼棒 (SBPR 1080/1230 φ32 C種 1号) の低温性能確認試験を行った結果について報告する。

### 2. 試験概要

#### (1) 試験条件

試験対象は、PC鋼棒と定着具 (アンカープレート、ナット、ワッシャー) を組合せたものと、PC鋼棒と接続具を組合せたものとし、試験温度は-40℃以下とする。また、引張試験をそれぞれ3体ずつ実施した。

#### (2) 評価基準

「LNG地上式貯槽指針」(日本ガス協会、2012年) に示されるPC定着具及び接続具に求められる性能は、一般的に常温時に求められる性能に加え、1) 設計温度 (低温下) において十分なじん性を有すること、2) PC鋼材を含めたシステムとしても設計温度において、脆性破壊や、有害な変形を生じることがなく、かつPC鋼材が十分な伸びを示すことができるような構造、強さを有すること、である。上記要求性能を確認することを目的に、-40℃以下においてPC鋼棒の低温性能確認試験を実施し、低温性能を確認することとした。

定着具の試験項目及び評価基準は、国内の基準類に明確な規定がないため、「EOTA ETAG 013 Edition June 2002」に従い定めることとした (表-1)。接続具の評価基準は、「LNG地上式貯槽指針」より、継手部よりも先にPC鋼棒の母材部分で破断することを確認することとした。

#### (3) 試験方法

PC鋼棒の低温試験は、全体を保冷槽または断熱材で覆い低温状態とし、一軸試験機 (能力: 2000kN) により引張試験を行った。

定着具の低温性能確認試験の試験装置を図-1に示す。荷重ステップは、「EOTA ETAG 013 Edition June 2002」に従って繰り返し荷重 (図-2) とし、手順を以下に示す。1) 試験体を引張試験機にセットし、 $F_{p0.2k}$  (EOTAでは0.1%永久ひずみが生じる荷重の規格値と定められているが安全側

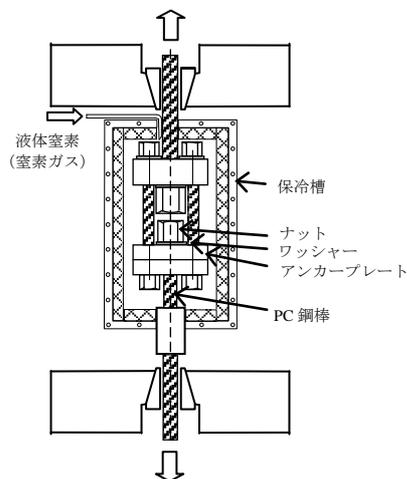


図-1 試験装置 (定着具)

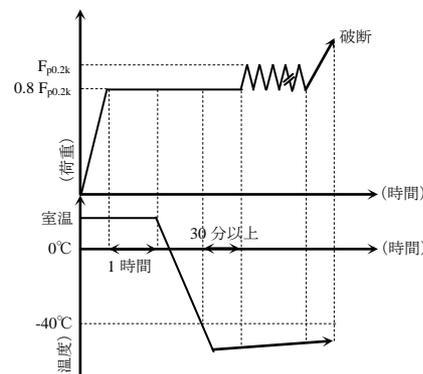


図-2 荷重ステップ

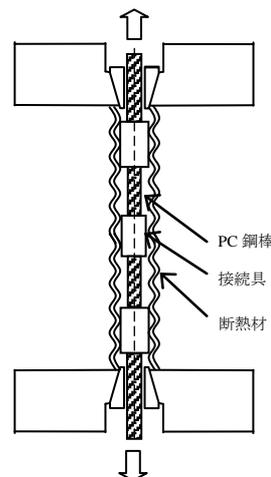


図-3 試験装置 (接続具)

キーワード LPG 貯槽, PC 鋼棒, 低温性能確認試験

\*1 : 〒104-8370 東京都中央区京橋2-16-1 清水建設 (株) TEL03-3561-8672

\*2 : 〒105-8527 東京都港区海岸1-5-20 東京ガス (株) TEL03-5400-7580

\*3 : 〒141-8639 東京都品川区東五反田2-17-1 高周波熱錬 (株) TEL03-3443-5444

表-1 試験項目及び評価基準 (定着具)

試験項目	評価基準
低温下における最大引張荷重 (定着効率)	低温下でのPC鋼棒を含めたシステムの最大引張荷重がPC鋼棒母材の実測引張荷重の95%以上であること.
低温下における破壊箇所	破壊はPC鋼棒の母材部分での破断によるものであること. PC鋼棒の母材部分での破断が定着具の破損によって誘発されないこと.
低温試験後の定着具の変形	試験後の定着具に有害な変形がないこと.

に0.2%永久ひずみが生じる荷重の規格値とする)の80%まで載荷し、荷重を一定に保ったまま1時間保持する。2) 載荷荷重を保持したまま、液体窒素を冷槽内に封入することで-40℃以下まで冷却する。鋼棒中心部まで十分冷却されるよう、試験温度に達した時点から30分以上の保持時間をおく。3)  $F_{p0.2k}$ とその80%の荷重の間のサイクル載荷(10サイクル)を行う。4) 鋼棒が破断に至るまで荷重を徐々に上昇させる。

接続具の低温性能確認試験の試験装置を図-3に示す。試験片はドライアイスを入れたエタノール溶液(約-70℃)に浸して低温にし、引張試験機にセットした後にPC鋼棒を断熱材で覆い、低温状態を保ちつつ単調載荷で破断に至るまで荷重を上昇させる。

4. 試験結果

定着具の低温性能確認試験について、試験結果のまとめを表-2に、破断状況を写真-1に示す。低温下における定着効率は95%以上を満足する結果であった。低温における破断箇所については、いずれの場合においても破壊はPC鋼棒の母材部分での破断であった。低温試験後の定着具の変形については、有害な変形はなかった。

接続具の低温性能確認試験について、破断状況を写真-2に示す。破壊はいずれもPC鋼棒母材で破断した。

5. まとめ

PC鋼棒(SBPR 1080/1230 φ32 C種 1号)の低温性能について、「LNG地上式貯槽指針」の要求性能を満たすことを確認するために、PC鋼棒の低温性能確認試験を実施し、設定したすべての評価基準を満足する結果が得られた。

参考文献

- 1) 日本ガス協会：LNG地上式貯槽指針，pp.185-189，2012.
- 2) EOTA：ERAG 013，pp.43-51,71-78，June 2002.

表-2 試験結果のまとめ (定着具の低温性能確認試験)

試験体 No.	PC鋼棒を含めたシステムの最大引張荷重 kN	PC鋼棒母材の実測引張荷重 kN	定着効率 %
No.1	1072	1094	98
No.2	1079	1096	98
No.3	1058	1090	97
平均値	1070	1093	98



写真-1 破断状況 (定着具の低温性能確認試験)



写真-2 破断状況 (接続具の低温性能確認試験)