

V-107 PC鋼材およびPCシステム低温特性試験

○大阪ガス 正会員 中島 一夫
大阪ガス 正会員 直井 彰秀
大林組 正会員 園 淳生
大林組 正会員 境 恭宏

1. まえがき

低温下のPC構造の健全性評価のため、PC鋼材およびPCテンドンと定着具を組合せたPCシステムについて、低温における強度特性と変形特性の確認、およびPCテンドンの破壊靱性に対する評価を行ったので報告する。低温のPCシステムに関する適切な試験方法や評価方法は国内外で未だ確立されていない。そこで本報告では、同様の主旨のもとに提案されているFIPの方法を参考にPCシステムの評価を行った。

2. 試験概要

2.1 試験条件 試験はPC鋼材とPCシステムの低温引張試験である。試験材料、試験温度、試験体数、計測項目を表-1に示す。

試験に用いたPC鋼材はPC鋼より線 B種 7本より15.2mm、定着具はフレシネーVシステム (12V15)用で、今回低温用として独自に開発したものである。

2.2 試験方法 両試験ともつかみ部での破断を避けるため端部を合金で定着し、これにカプラー、テンションロッドを接続しセンターホールジャッキで加力した。PCシステム試験は44cm×44cm×50cmのコンクリートブロックに定

着具を埋込み、これを固定端とした。(図-1)試験体の長さは3m、伸び測定の特長距離は約2.7mである。

冷却は液化窒素(-196℃)を霧状に試験槽に送り込むことによって行った。定着具の冷却は、埋め込まれているコンクリートブロック全体に低温槽を取り付けて行った。

2.3 載荷方法 PC鋼材試験は静的に載荷した。PCシステム試験の載荷ステップは図-2に示す通りである。ここで繰り返し荷重下限値の maxFpoは許容プレストレス導入荷重、上限値のFpyk は規格降伏荷重である。常温および低温でのPCシステムに関する定着効率と破断時伸びの評価基準値を表-2に示す。

3. 試験結果と評価

3.1 PC鋼材試験 引張強度、降伏強度、伸び、絞りと温度の関係を図-3に要約する。結果の考察は次のとおり。

① 引張強度、降伏強度は試験温度が低下するとともに上昇し、-164℃では室温よりそれぞれ11%,13% 増加した。

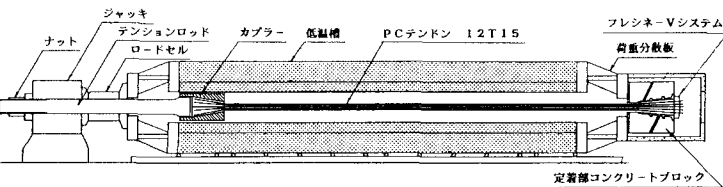


図-1 PCシステム試験装置

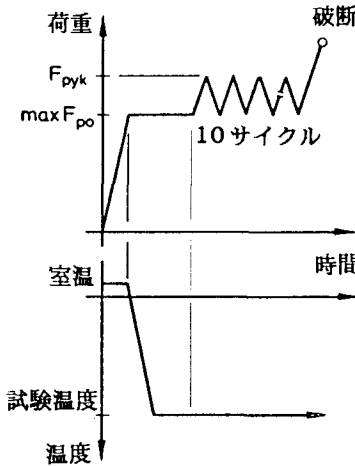


図-2 載荷ステップ

② 伸び(全伸び)は-164°Cで室温に比べ25%低下したが、室温のJIS規格(3.5%以上)を満足している。絞りの低下率は-164°Cで10%にとどまった。破面は-164°Cまで延性

表-2 FIP提案のPCシステム評価基準値

	強度特性(定着効率)	変形特性(破断時伸び)
常温のPCシステム	$\eta_A = \frac{\text{PCシステムの破断強度 } F_{TU}}{\text{鋼材の規格引張強度 } \sigma_{ts} F_{cu}} \geq 0.97$	$\epsilon_u \geq 2.3\%$
低温のPCシステム	$\eta_B = \frac{\text{PCシステムの破断強度 } F_{Tuo}}{\text{鋼材の低温降伏強度 } F_{yo}} \geq 1.00$	$\epsilon_{uo} \geq \epsilon_{po}(\max F_{po} \text{ 時伸び}) + 1\%$ かつ PCシステムが降伏ひずみ以降の塑性ひずみ領域で破断すること

破面であった。伸び、絞り、破面観察結果から試験体は-164°Cにおいても延性を有していると考えられる。

3.2 PCシステム試験 図-4に室温、-40、-120、-164°Cの荷重と伸びの関係を、図-5に定着効率の算定結果を示す。これから以下の評価結果を得た。

① 室温でのPCシステムの破断強度は規格引張強度に対し1.00～1.01であり、伸びも3.1%～3.9%と、十分な強度特性、変形特性を有している。

② 低温でのPCシステムの破断強度は、試験温度の母材の降伏強度に対して -40～-120°Cで1.05～1.03、-164°Cで1.01～1.02である。

伸びは全試験体とも3%前後で温度の低下に伴う顕著な低下は見られない。いずれも降伏ひずみを越えた塑性ひずみ領域内の破断で、-164°Cまで不安定破壊は全く認められなかった。

③ 破断位置は、全ての試験温度とも定着具のガイド内で、絞り破断している。定着されているPC鋼より線はガイドからウェッジ位置までに6.5°の角度で曲がっており、そこでガイドに接触しているため横方向に力が作用して引張強度が低下したと考えられる。

④ 定着具には全試験体とも破断荷重まで異常は認められなかった。

4. まとめ

本試験から供試PC鋼材は低温においても十分な強度特性、変形特性を有することが確認できた。

フレシネーVシステムを用いた(ton)

PCシステムについても、常温から-164°Cまで母材の低温降伏強度以上でかつ延性的破断しており、低温での不安定破壊に対する健全性が確認できた。また、FIPで提案されている評価基準も満足した。

以上より、試験に用いたPC

鋼材およびPCシステムを低温PC構造物に適用することは十分可能であると考えられる。

なお載荷試験には、極東鋼弦コンクリート振興協および住友電気工業㈱の協力を得た。

(参考文献)

- 1) FIP-STATE OF ART REPORT:Cryogenic behaviour of materials for prestressed concrete,May,1982
- 2) F.S.ROSTASY,"Prestressing Steels and Systems for Storage Tanks for Refrigerated Liquified Gases",10th FIP Congress,1986

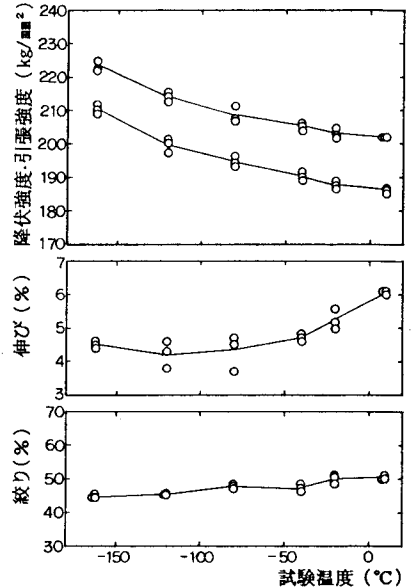


図-3 PC鋼材試験結果

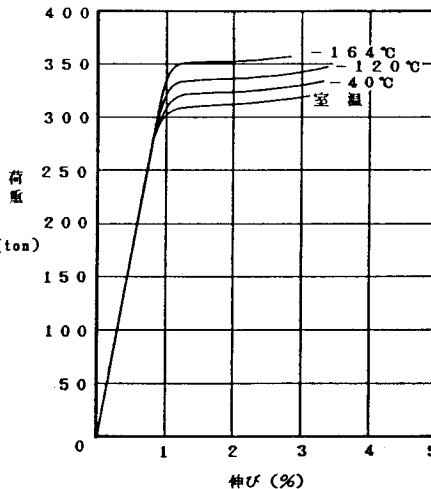


図-4 荷重-伸び曲線

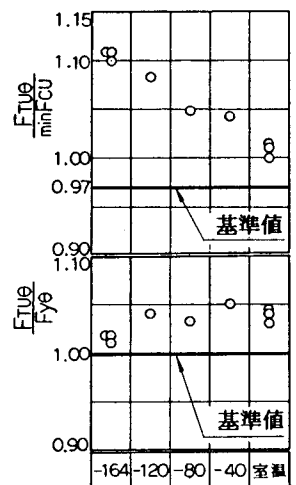


図-5 定着効率