

## (20) 蟹沢大橋(エクストラードロードPC橋)におけるサドル部の性能試験

(社)PC建設業協会 正会員 ○細野宏巳  
 秋田県土木部道路建設課 岡崎新太郎  
 日本建設コンサルタント(株) 三原英之  
 (社)PC建設業協会 正会員 渡辺孝司

### 1. はじめに

蟹沢大橋(仮称)は、平成10年開港予定の大館能代空港のアクセス道路として計画した3径間連続エクストラードロードPC橋である。

本橋の主塔側定着構造には、設計上の斜材定着条件である固定条件を満足させるため、小田原港橋で採用されたソケット形式のサドルシステムを採用することを計画した<sup>1)</sup>。

小田原港橋と本橋との斜材に関する比較表を表-1に示す。

小田原港橋で実施されたサドル部の性能試験の結果を踏まえ、本橋にこのサドル構造を採用するにあたって、以下に示す未解決項目が考えられた。

(1) 作用力(左右張力差)とソケット長の関係

(2) サドル内部に発生する摩擦力とその効果

したがって、適切なソケット長の選定とサドル構造の持つ張力差抵抗機構の把握を目的として、以下に示す性能試験を実施した。

(1) ソケット部の静的引抜き試験

(2) サドル模型試験

本稿は、2つの試験により確認された項目を報告するものである。

表-1 斜材に関する比較表

	小田原港橋	蟹沢大橋
種類および本数	SWPR7A 19φ15 2面 8段	SWPR7B 37T15.2 2面14段
ケーブル防錆	エポキシコーティング	無被覆
変動応力	1.5~3.8kgf/mm <sup>2</sup>	10.7kgf/mm <sup>2</sup>
安全率	1.67	2.5

### 2. 工事概要

本橋の全体一般図を図-1に、橋梁概要を表-2に示す。

本橋は米代川を跨ぎ、秋田県鷹巣町今泉から蟹沢地区を結ぶ橋梁で、現在、下部工が完成し、5月に上部工の一部を発注している。

表-2 橋梁概要

橋長	: 380.750 m
支間長	: 99.275 m+ 180.000 m+ 99.275 m
幅員	: 17.500 m~ 23.000 m
主桁形式	: 2室箱桁
主塔形式	: 独立2本柱

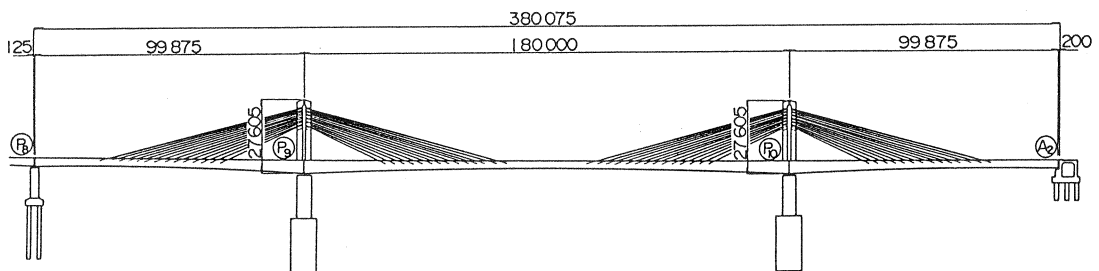


図-1 全体一般図

### 3. 試験内容

#### 3.1 試験フローと試験張力差の設定

試験フローを図-2に示す。

静的引抜き試験は、ソケット部のみで抵抗できる張力差を確認する試験である。

設計計算において発生する張力差は各斜材段で異なるが、設計荷重時の最大張力差は最上段で 60.0tf である。

ソケット部に作用する張力差としては、サドル内部での摩擦力が摩擦係数換算で 0.1は確保できることを想定して、この摩擦力分を低減した。ソケット部の張力差抵抗能力は、ストランドとグラウトの付着に着目して、初滑荷重（JIS規定およびDIN 1045を参照）で、作用する張力差の3倍以上を満足できることを目標とした。

したがって、本試験の試験緊張力としては、初滑荷重、もしくは張力差の3倍以上を載荷後、ケーブルの抜け出し、もしくはケーブルの破断を確認するまでとした。

サドル模型試験は、サドル内部で発生する張力差抵抗能力の確認とソケット部で持つ張力差抵抗能力との共働効果を確認する試験である。

本試験におけるソケット部は、静的引抜き試験により定めたソケットを使用する。

試験緊張力は、まず初期導入張力として死荷重時張力相当量を導入する。初期張力導入後に作用させる左右張力差として、サドル内部の摩擦力に相当する張力と、ソケット部抵抗力を加えた張力以上を載荷後、サドル機能の低下、もしくはケーブルの破断を確認するまでとした。

サドル部材については、ケーブル破断荷重で設計した。

#### 3.2 静的引抜き試験

試験体種類を表-3に示す。

ソケット部（鋼管部）は直管として、ケーブル配置はソケット部前後に取り付けたスパーサーにてテーパ形状を確保している。各ケーブル本数に対する最外周ストランドのテーパ角度は同一とした。試験体は、ストランド挿入後、無応力状態でグラウトを注入し、強度発現後、ジャッキにより荷重を静的載荷している。

試験体長（ソケット長）の設定を以下に示す。

- (1) L = 1100mm : P.C.I Journal の文献式（小田原港橋で採用）により必要付着伝達長を算出した結果<sup>2)</sup>
- (2) L = 300mm : 斜材本数の違いによる付着力の比較用
- (3) L = 600mm : L = 1100mmとL = 300mmの中間的なケース

として、3ケースの傾向から適切なソケット長を選定することとした。

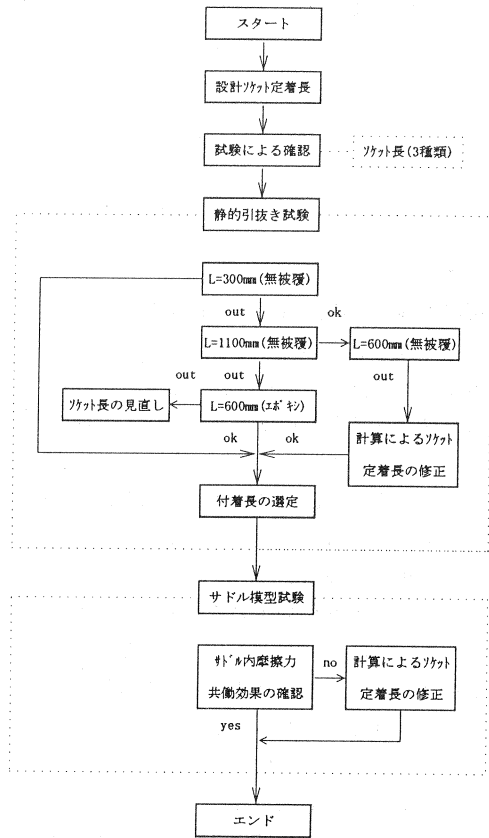


図-2 試験フロー

表-3 試験体種類

ケーブルの種類	ソケット長		
	L=300mm	L=1100mm	L=600mm
37T15.2(無被覆)	3	3	3
19T15.2(無被覆)	3		
7T15.2(無被覆)	3	3	3
1T15.2(無被覆)	3		
37T15.2(エポキシ)			3



これは、試験体の弾性変形などが計測した変位量に含まれていないことが推測された。

そこで、荷重-変位グラフ（図-5を参照）において線形的に変化している区間で、荷重の載荷、除荷を繰り返し、ケーブルの抜け出し量に変化していないことを確認して、初滑荷重内と判断した。

（3）37T15.2 のソケット長と張力差について

図-5によると、 $L = 300\text{mm}$ では、初滑荷重で張力差の3倍以上の作用力を満足せず、 $L = 600\text{mm}$ および $L = 1100\text{mm}$ では満足している。

（4）ひずみ分布について

図-6によると、37T の $L = 300\text{mm}$ では、ソケットのひずみ分布は、荷重の増加に伴いケーブルの深さ方向に対して同様に増加している。

37T、7Tとも伝達長が600mm付近に至ると、荷重が増加してもソケット部のひずみ変化が非常に小さくなっている。

37T の $L = 1100\text{mm}$ では、両方向の鋼管ひずみが大きく、ケーブルひずみが収束しにくい傾向にあるので、鋼管剛性を高めたソケットによる試験を追加し、現在、確認中である。

静的引抜き試験 (37T15.2)

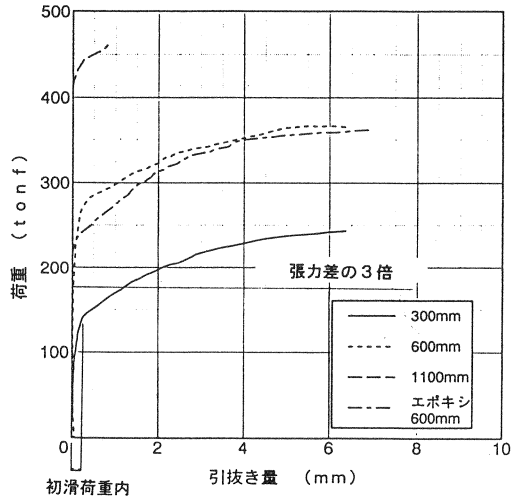
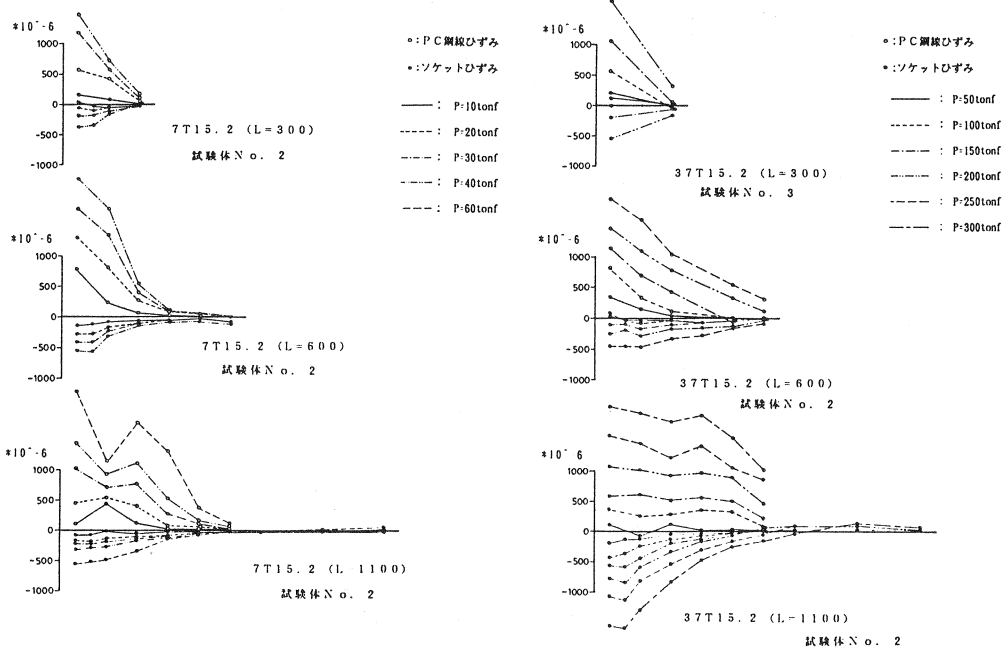


図-5 荷重-引抜き量線図



7T15.2 L=1100mm

37T15.2 L=1100mm

図-6 各荷重に対するケーブルおよびソケットひずみの伝達

(5) ケーブル本数による比較

図-7によると、 $L = 300\text{mm}$ では、初滑荷重で  $1\text{T} \sim 19\text{T}$  までは、ほぼ同じ耐力を持っているが、 $37\text{T}$  になると耐力の低下が起きている。

(6) エポキシストランドの付着性能について

図-5によると、無被覆ストランドと比較して、初滑荷重は若干下回り、破壊荷重は同程度の結果を得た。

(7) テーパーソケットの効果について

全試験体とも、ケーブルの破断により試験が終了した。

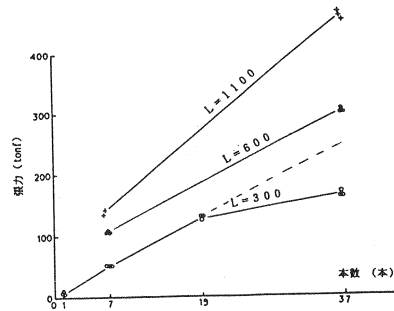


図-7 各ケーブル本数による初滑荷重

試験体において、荷重-引抜き量の関係が直線上に変化するものと、階段上に変化するものが見受けられたが、グラウト部が荷重に追従して引き込まれていくものと、ある荷重段階ごとに引き込まれていくものの違いによると推測され、ケーブル抜け出し量には影響がないものと判断した。

ケーブル破断までに初滑荷重に達した経過も全く見られない。

4.2 サドル模型試験

試験結果を図-8～図-9に示す。

(1) ソケット部およびサドル部のグラウト未注入ケースについて

すべりは、ケーブルとPE管との間で発生しており、図-8より、摩擦力を摩擦係数に換算すると  $0.1 \sim 0.2$  であった。

(2) サドル部のみグラウト注入ケースについて

すべりは、内管(PE管)と外管(鋼管)の間で発生しており、図-8より、摩擦力を摩擦係数に換算すると  $0.1$  以上であった。また、張力差の増加に伴って、摩擦係数が増加する傾向が見られた。

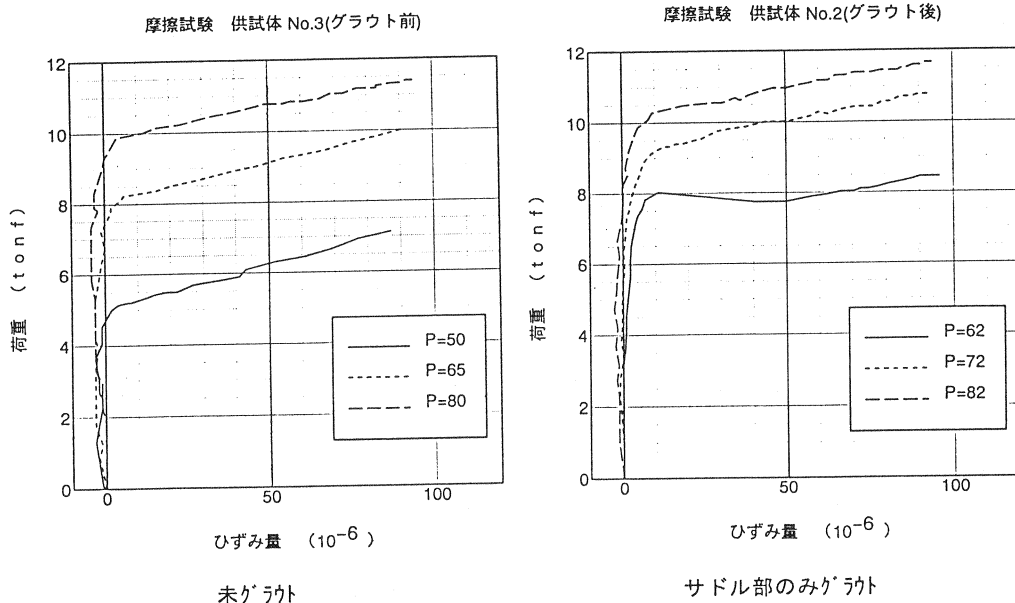


図-8 荷重-すべり線図

(3) ソケット部およびサドル部のグラウト注入ケースについて

設計荷重時張力差相当の変動荷重に対しては、サドル部および定着側ケーブルには全く変化がなかった。

図-9によると、ソケット部に張力が作用するまでのサドル内部による見かけ上の摩擦力が摩擦係数換算で0.2以上発生している。この摩擦力評価時が定着側にセットしたロードセルに荷重増加が見られた時の値としているため、ソケット部、プレートおよびロードセルに多少の隙間があり、そのなじみ分だけ伝達が遅れたことが推測された。

そこで定着側のジャッキ圧力の変動に着目すると、上記(2)と同じ摩擦力付近で張力差が伝達している傾向が見られたため、サドル内部のすべり出し時の摩擦係数は0.1~0.2程度であった。

モデル試験 供試体 No.1

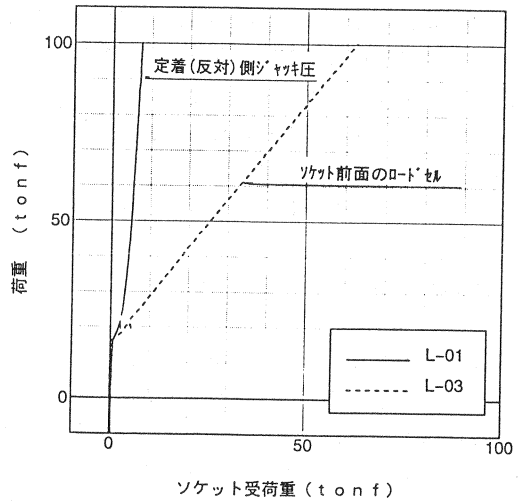


図-9 サドル部での張力差抵抗力の推移

5. まとめ

本試験において、得られた結果をまとめると、次のようになる。

- ・37Tにおいて、ソケット長が600mm程度あれば、付着伝達長を満足する。
- ・37Tになると他のケーブル本数と比較して、初滑荷重の低下がおこる傾向が認められたが、ケーブル外周と鋼管径および剛性比による拘束効果の違いがあるため、一概には断定できない。
- ・ケーブル本数による付着力の違いについては、ケーブル本数による群定着の低減効果や、むしろケーブル本数ではなく、別の付着面積の取りかたなどを考慮する必要がある。
- ・エポキシストランドを採用することにより付着性能を高めることは、本試験によれば望めない結果となったが、防錆や耐疲労性に対しては高い性能を有しているため、これらの利点を考慮して使用ケーブルを選定する必要がある。
- ・テーパ効果は付着作用に非常に大きな影響を与える。
- ・サドル部未グラウト時の摩擦力(摩擦係数換算:0.1~0.2程度)による張力差抵抗力は小さく、施工時にこの摩擦力を利用して張力差に抵抗することは難しいと考える。したがって、サドル部のグラウト強度発現を待って張力差の発生する作業を行う必要があり、特に冬季施工時においては、冬季養生の徹底と強度発現に必要な養生期間を考慮した工程計画、管理が必要となる。
- ・サドル内部の摩擦力とソケット部の抵抗力は共働効果があり、その摩擦力は摩擦係数換算で0.1以上であることが確認できた。したがって、ソケット設計には、当初設計の想定通り、サドル内部の摩擦力を低減した張力差を採用する。

今回の試験において得られた結果を踏まえ、さらにソケット部のテーパ効果やケーブル被覆による利点および施工性の向上などを考慮して、現在本橋に採用するサドルシステムを構築している。

参考文献

- 1)木水, 松井, 春日: 「小田原港橋におけるサドル構造に関する研究」  
プレストレストコンクリート, vol. 36, PP 7~15, No. 5, Sept. 1994
- 2)Thomas E. Cousins, David W. Johnston, Paul Zia: 「Transfer Development Length of Epoxy Coated and Uncoated Prestressing Strand」, PCI Journal, pp92~103, July-August 1990