

V-392 大偏心外ケーブル PC 橋ケーブルのフレットング疲労試験

鹿島技術研究所 正会員 ○石原美光 正会員 日紫喜剛啓
 北海道開発コンサルタント 正会員 井上 雅弘
 北海道開発局開発土木研究所 正会員 佐藤 昌志
 北海道大学工学部 正会員 上田 多門

1. はじめに

近年、PC 橋梁において、省力化や急速施工、維持管理の観点から、PC ケーブルを部材外に配置する外ケーブル方式の採用が増えてきている。さらに、外ケーブルを中間支点上の偏向塔を用いて橋面より上に突出させて偏心量を大きくした大偏心外ケーブル方式による橋梁も増えつつあり、現在帯広において施工中である土狩大橋（大偏心外ケーブル方式 5 径間連続箱桁橋）にも採用されている [1]。

大偏心外ケーブル方式では、主桁とケーブルとの間の付着がない構造となるため、特に偏向部では、応力変動により内側にあるストランドと外側にあるストランドとの間で微小な相対変位が繰り返し生じることとなり、その結果、ストランド間の擦れ（フレットング）による疲労が生じる可能性がある。しかし、この種のフレットング疲労について検討した例はほとんどなく、実橋に適用にあたっては、疲労性状を確認することが必要となる。

そこで、大偏心外ケーブル方式の偏向部におけるフレットングによる疲労性状を確認する目的で、土狩大橋の偏向部を対象としたフレットング疲労試験を実施している。ここでは、その概要について報告する。

2. 試験概要

図-1 に、試験体及び載荷装置の概要を示す。試験としては、土狩大橋における偏向塔側ケーブル定着部周辺を模擬するため、曲がり部を有するコンクリートブロック（反力床に固定）とそれに接続した反力フレーム間にケーブルを張り、反力壁に取り付けたアクチュエータ（動的載荷能力 200 tf）によりケーブルに軸方向応力変動を与えた。ケーブルシステムは、実橋と同じ外ケーブルシステムを用いたが、載荷装置の容量の関係から実橋のケーブルサイズの約 1/2 とした（表-1）。偏向部の曲げ内半径 R は、実橋より厳しい $R=3.0\text{m}$ （実橋 $R=4.0\text{m}$ ）とした。また、実橋では偏向部の自由長部側端部に PC 鋼線の交差重なりとフレットングを防止するスペーサが設置されるため、本試験でもスペーサを取り付けて試験を行った。

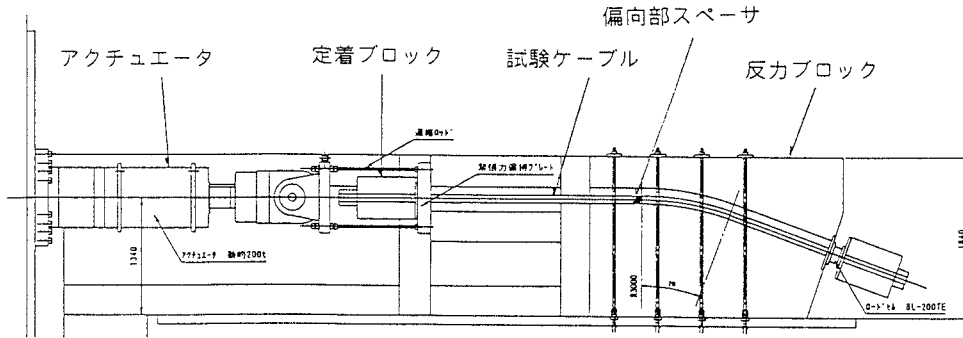
本疲労試験における試験条件を、まとめて表-2 に示す。応力振幅は、土狩大橋におけるケーブルの軸応力変動を考慮して 5.0kgf/mm^2 とし、載荷速度は、試験装置の性能を考慮して 1.2Hz とした。ケーブルの初期導入張力の下限値は、外ケーブルに対する PC 鋼材の許容応力度に相当する値（ケーブル引張荷重の 60 %）とし、アクチュエータは、荷重制御で行った。載荷回数は、PTI 基準 [2] を参考に 200 万回を目安とした。

表-1 試験体ケーブルの仕様

項 目	仕 様	備 考
ストランド	9S15.2 (SWPR7B) 断面積 $A_p=1,248\text{mm}^2$ 引張荷重 $P_u=239.4\text{tf}$ 降伏荷重 $P_y=203.4\text{tf}$	定着体は MC システム
保護管	高密度ポリエチレン (PE) 管 外径 89mm	偏向部は内面凹形厚肉管使用
スペーサ	9S15.2 用	実橋に準ずる
グラウト	ノンブリージング型	ポゾリス GF1720

キーワード：外ケーブル、大偏心方式、疲労試験、フレットング

連絡先；〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島技術研究所 TEL:0424-89-7076 FAX 0424-89-7078



図－１ 試験体及び載荷装置概要

表－２ 試験条件

応力振幅 (kgf/mm ²)	曲げ内半径 (m)	初期導入張力下限値 (tf)	載荷速度 (Hz)
5.0	3.0	143.6	1.2

ストランド素線の破断検出は、試験体端部に取付けた加速度計により常時行った。

試験中、偏向部のひずみ分布状況をはじめとする試験体の状況を確認する目的で、静的載荷試験を実施した。また、計測は、ストランドひずみや試験体変位、固定側張力等について行った。

３．試験結果概要

疲労試験は、1997年12月27日に200万回繰返し載荷を終了した。疲労試験における計測結果のうち、載荷回数－アクチュエータ変位計変位関係を図-2に、載荷回数－自由長部のストランドのひずみ関係を図-3に示す。これより、アクチュエータ内蔵変位計の値やストランドのひずみが、開始時から200万回に至るまでほとんど変化していないことがわかる。この結果に加えて、疲労試験中に破断検出用加速度計の記録に異常がなかったことから、200万回繰返し載荷によるストランド素線の破断は生じなかったものと考えられる。また、定着部や定着ブロック等に、外観上の異常は認められなかった。

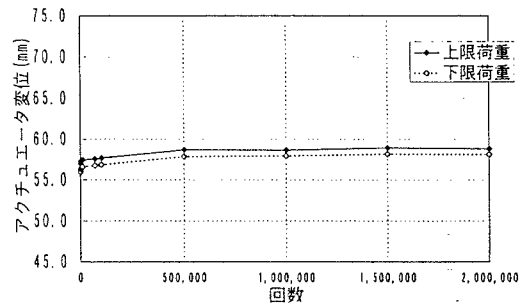
４．まとめ

大偏心外ケーブル方式の偏向部におけるフレットングによる疲労性状を確認する目的で、土狩大橋の偏向部を対象としモデル化した試験体による疲労試験を行った。その結果、応力振幅：5.0kgf/mm²、載荷速度：1.2Hzの条件下で、200万回繰返し載荷終了時点においてストランド素線の破断は検出されず、本システムがフレットング疲労に対して安全であることを確認した。現在、安全度の確認のため、載荷回数1,000万回に向けて疲労試験を実施中である。

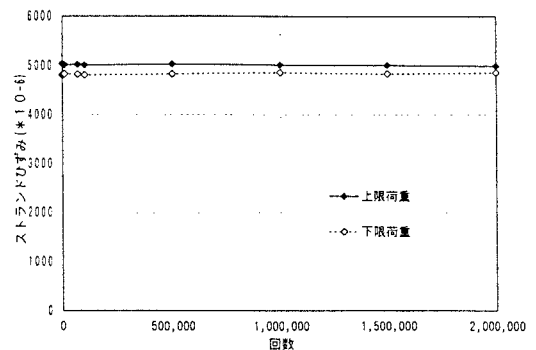
（参考文献）

[1] 渡邊政義 他；土狩大橋の計画と設計，プレストレストコンクリート，Vol. 39, No 2，1997

[2] Post-Tensioning Institute：Recommendations for Stay Cable Design, Testing and Installtion by Post-Tensioning Institute Committee on Cable-Stayed Bridges, August. 1993



図－２ 載荷回数－変位関係



図－３ 載荷回数－ストランドひずみ関係