

緩衝材を不要とした斜材ケーブルの曲げ疲労実験

株式会社エスイー 正会員 ○藺田紘一郎
正会員 木部 洋

1. はじめに

斜張橋斜材ケーブルの振動発生事例は多数報告されており、制振対策としてダンパーを設置することが一般的となってきた¹⁾。一方、活荷重等によってケーブルに生じる2次曲げについてはとくに定着具付け根部での疲労損傷が懸念されており、塔桁の定着鋼管出口部に緩衝材を設置することがすでに一般的となっている²⁾。ダンパーはケーブル振動時のエネルギーを吸収することで制振機能を発揮するものであり、ダンパー周りでケーブルが自由に変位できるようにしておく必要がある。緩衝材は鋼管内面とケーブルとのすき間を埋めるように設置され、定着具付け根部に生じる2次曲げを低減させるためにケーブル変位を拘束するものである。両者は機能上、ケーブル変位を必要とするか逆に拘束するかという点で完全に異なる。

近年、主に桁側で両者が近接して使用されるケースが増えてきている。この場合、ダンパーが必要とするケーブル変位を確保するために、ケーブルと緩衝材の間もしくは鋼管内面と緩衝材の間にすき間を設けることで対応する²⁾。このすき間を設ける際、施工誤差等によるケーブルと定着鋼管との偏心（芯ずれ）に配慮したすき間の調整作業や、PC斜張橋においてはクリープ・乾燥収縮によって竣工後も桁形状が変形するため供用後もすき間量の維持管理作業が必要となるため、緩衝材が取り除かれることが望まれている。

本報では、2次曲げに対して緩衝材が不要なケーブルおよびその定着具構造について研究することを目的として実施した曲げ疲労実験について報告する。

2. 実験条件

実験条件を表-1に示す。表中の静的曲げ角度は、定着具とケーブル軸とに設けた角度差であり、支圧板設置時の位置および角度に関する誤差を想定して 0.6° と仮定した。繰り返し曲げ角度は、緩衝材がない状態で直接的に定着具付け根部に生じる曲げ角度であり、鋼斜張橋での活荷重によるケーブルたわみ角変化量を想定して $\pm 1.0^\circ$ と仮定した。

表-1 実験条件

項目	実験条件	備考
ケーブル張力	$0.46P_u$	海外指針（PTI ³⁾ 等）に規定される最大張力 $0.45 P_u$ を引用し、張力導入時のばらつきを考慮して $0.46 P_u$ を採用した（ P_u ：規格引張荷重）。
静的曲げ角度	0.6°	現場での支圧板の設置誤差等によって定着具付け根部に生じる曲げ角度。
繰り返し曲げ角度	$\pm 1.0^\circ$	鋼斜張橋において定着具付け根部に生じるケーブルたわみ角変化量。
繰り返し曲げ回数	200万回以上	一般的な鋼材等の疲労実験での繰り返し回数を適用。
繰り返し周波数	0.3Hz	本実験に用いた実験装置の性能に依存。

3. 実験装置および供試体

曲げ疲労実験概要図を図-1に示す。実験装置および本実験の仕様を表-2に、供試体の仕様を表-3に示す。供試体は、亜鉛めっきを施したPC鋼より線にグリスを封入してPE被覆したストランドを19本用いたSEEE/FUT-19Hケーブルとした。定着具には各ストランドが挿入されるテーパ孔を設けた樹脂製ガイドスペーサを内装し、定着具付け根部で各ストランドに角折れが生じない構造とした。また、定着具はガイドスペーサを介してケーブル曲げ荷重をすべて負担することとなり、定着具自体の疲労損傷に配慮して設計した。

キーワード：斜張橋、斜材ケーブル、ダンパー、緩衝材、2次曲げ、曲げ疲労実験

連絡先：〒163-1343 新宿区西新宿 6-5-1 TEL：03-3340-5527 FAX：03-3340-5537

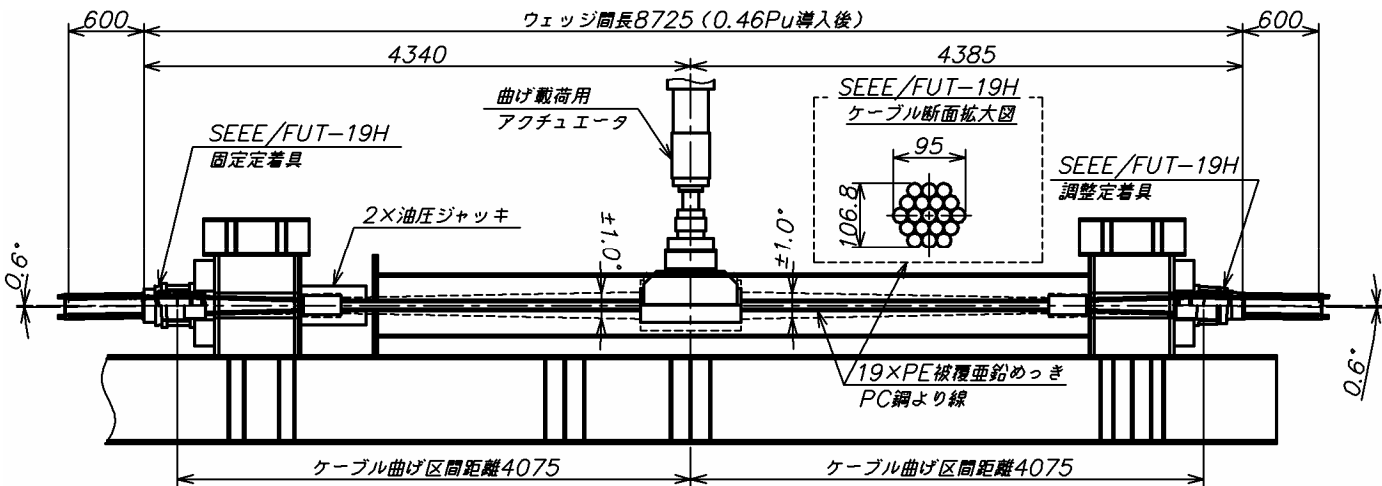


図-1 曲げ疲労実験概要図

表-2 実験装置および本実験の仕様

項 目	装置仕様	実験仕様
最大軸力	3,000kN	2,281kN
最大動的曲げ荷重	±200kN	±80kN
最大変位	±125mm	±65mm

表-3 供試体の仕様

項 目	仕 様
ケーブルタイプ	SEE/FUT-19H
使用鋼材	PE 被覆亜鉛めっき PC 鋼より線
規格引張荷重	19 本×261kN=4,959kN

4. 実験結果

(1) 曲げ疲労実験結果

実験状況写真を図-2 に示す。曲げ角度は、両定着具と曲げ載荷用アクチュエータとの間でケーブルに設置した各 2 点の変位計の設置間隔と変位差から角度計算して確認することとし、アクチュエータ鉛直載荷量±65mm のとき曲げ角度±1.0°であった。繰り返し曲げ載荷時は±65mm で変位制御した。また、実験中の各ストランドの破断検出方法は各ストランドの任意の素線に貼付した歪ゲージによる常時測定によって破断有無を確認することとした。結果、ストランドおよびその素線が 1 本も破断することなく、200 万回の繰り返し曲げ載荷を終了した。



図-2 曲げ疲労実験実施状況

(2) 残留強度実験結果

曲げ疲労実験後、PTI 指針に従って供試体の残留強度実験を実施した。PTI 指針では供試体の残留強度が規格引張強度の 95%以上であることを合格基準としている。各ストランドの静的引張実験を実施した結果、すべてのストランドが規格引張強度の 95% (248kN) まで緊張して破断しないことを確認した。

5. まとめ

緩衝材を取り除いたケーブルを供試体として曲げ疲労実験を実施し、定着具に内装された樹脂製ガイドスペーサによって定着具付け根部に生じる 2 次曲げを緩和することで、曲げ疲労特性について健全な定着具を有した斜材ケーブル構造であることを検証した。

参考文献

1) 日本道路協会：道路橋耐風設計便覧（平成 19 年改訂版），pp.225-241，2007.12.
2) 土木学会：鋼斜張橋－技術とその変遷－2010 年版，pp.29-37，2010.12.
3) PTI：Recommendations for stay cable design, testing and installation fifth edition，pp.35-40，2007.10.