

I-90 斜張橋ケーブル定着部の強度に関する実験的研究

名古屋大学 正員 ○伊藤義人

名古屋大学 正員 福本啓士

日本道路公団 正員 川人達男

1. はじめに

斜張橋の主桁側のケーブル定着部の応力の流れと強度を定量的に把握することは、斜張橋の設計において重要な問題点の1つである。ここでは、名港西大橋（マルチケーブルファン型斜張橋、175m+405m+175m）で採用された3セル逆台形断面の外ウェブに直接ケーブル定着用鋼管を割り込ませた構造について実験的な検討を行なったので報告する。

2. 実験内容

実験は、大きく4つに分けられる。それぞれの実験目的は、多少異なるが基本的な目的はケーブル定着部の応力の流れと強度を求めることである。



Photo.1 Test Set-Up

(a) 大型模型実験——名港西大橋の主桁のケーブル定着位置の前後6パネル（1パネルはダイヤフラム及び横リブではさまれた区画）を取り出した部分模型（長さ7.25m，幅3.88m，高さ1.11m）であり、断面の基本部分の縮尺は、実橋の1/2.5である。Photo.1に試験体のセットアップを示す。鋼管は、外ウェブに45°の角度で割り込み、溶接接合されている。試験体の境界条件は、両端ピン支持として、1端を水平可動、他端を水平分力に抵抗できるようにしている。荷重は、試験体の両側の外ウェブに割り込ませた鋼管を下から鋼管軸方向（45°）に300tジャッキによって押し上げる形で行なった。これは、ケーブル張力が鋼管の下面から圧縮力として伝達されるのをモデル化したものである。なお、試験体の材質は、すべてSS41である。

(b) 基本模型実験——単一箱形断面（桁高600mm，フランジ幅500mm，スパン長5.7m）の両側のウェブに鋼管（139φ×6×700mm）を割り込ませた基本模型実験を行なった。試験体の材質はSS41である。試験体は、鋼管がウェブに直角に割り込んだものと45°に割り込んだものの2種があり、それぞれについて、鋼管をスパン中央に割り込ませたものとスパンの約1/3.5の所に割り込ませたものを考え、合計4体の試験体を製作した。両端の境界条件は、(a)と同じであり、載荷も(a)と同じように鋼管軸方向（90°と45°）に向かってジャッキを押し上げる形で行なった。

(c) 実橋架設時の計測実験——名港西大橋の中央スパンの大部分は、小ブロックの張り出し架設工法が行なわれた。中央スパンの金城側の約1/4点のG8ブロック（Fig.1）において、架設時の応力測定を行なった。このブロックには、ケーブル番号C17のケーブルが引き込まれる。測定は、G8ブロックがボルト結合された時点まで応力測定を零点として、次の4ブロックが架設され、C21ケーブルに張力が導入された時点まで行なった。測定点数は、1軸ゲージ45点、3軸ゲージ71点の合計116点である。

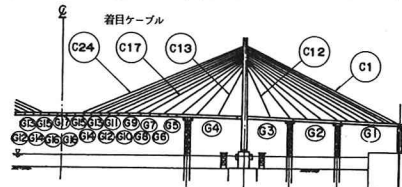


Fig.1 Erection Step

(d) トラック載荷による完成時の計測実験——名港西大橋の完成時にトラック載荷による計測実験を、架設時の計測実験と同じ位置で行なった。すなわち、(c)で用いたひずみゲージをそのまま用い、さらに鋼床板の床組としての応力をも測定するためU型リブの下面などに30点のひずみゲージを追加した。載荷は、着目ケーブルC17に最大の張力変動が発生するように20台のトラックを影響線載荷したケースと2台及び1台のトラックをG8ブロック上に載荷したケースを行なった。

3. 実験結果

(a) 大型模型実験——Fig. 2 にスパン中央の鋼管のすぐ横の3軸ゲージの実測値から求めた荷重—主ひずみ曲線を示す。
●で示したのは、Von Mises の降伏条件式から判定した降伏開始点である。試験体は、降伏域が一部に発生した後、 $P = 220.6\text{t}$ で鋼管に取りつけられたフィレットが座屈し、その後、荷重の上昇とともに断面に降伏域が大きく広がった。

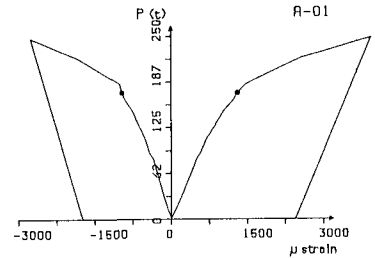


Fig.2 Load-Strain Curves

Table 1 Test Results

タイプ	試験体形状	P_{max} (t)	ϵ_{max} (%)	ϵ_{max} (mm)	M_{max} (t·m)	M_y (t·m)	M_x (t·m)	M_{xy} (t·m)	M_{xy}/M_y
A-1		60.9	6.9	0	66.78	106.8	125.6	0.798	0.702
A-2		69.1	6.1	0	61.61	106.6	123.1	0.743	0.658
B-1		93.8	66.32	66.32	94.63	169.7	124.6	0.882	0.762
B-2		109.9	77.71	77.71	91.11	179.8	123.7	0.886	0.727

(b) 基本模型実験——Table 1 に4体の試験体の実験結果を示す。実験は、各はりの最大荷重を得た後も変位制御で載荷を続け除荷領域の挙動も把握した。スパン中央に鋼管を割り込ませた試験体 (A-1, B-1) は、共に圧縮フランジの局部座屈によって耐荷力が決定された。1/3.5点に鋼管を割り込ませた試験体 (A-2, B-2) では、ウェブにおいてせん断座屈が発生し、その後このウェブに斜張力場が形成された。

(c) 架設時の計測実験——Fig. 3 にデッキの代表的な測定点の橋軸方向応力値を縦軸に、横軸に架設ステップを取ったものを示す。小ブロックの結合とケーブルの引き込みが交互にされるので測定位置の主桁には符号が交互する曲げモーメントと単調増加する軸方向力が発生する。そのため、上フランジの応力は鋸波状の形状を示しながら次第に圧縮応力が增大している。なお、破線で示したのは平面棒要素FEM解析結果である。

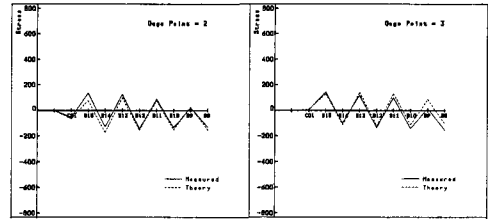


Fig.3 Stress-Erection Step

(d) トラック載荷による完成時の計測実験——Fig. 4 に20台のトラックを10台ずつの並列に影響線載荷した時の上フランジの実測された橋軸方向応力から主桁作用としての応力を差し引いた床組としての発生応力を示す。トラックのタイヤの位置も図中に示してある。Fig. 4 から分かるようにトラックの後輪直下に大きな応力が発生していることが分かる。

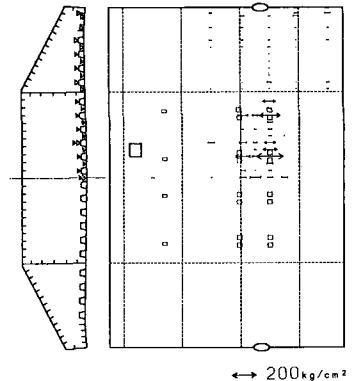


Fig.4 Normal Stress of Deck

4. まとめ

4種の実験的な研究から次の結論が得られた。

(1) 模型実験及び実橋計測実験から斜張橋のケーブル定着部の応力の流れと強度が把握された。鋼管が十分な剛性を持っている限り鋼管が腹板に割り込んだ主桁は、局部応力や座屈変形などによる早期の強度低下を考慮する必要のないことが確認された。

(2) 実橋における架設時及び完成時のトラック載荷による計測実験から、実測値は解析値と良い一致を示し、実橋の安全性が確認された。

最後に、本実験に御協力いただいた名港西大橋上部工JV に対して深謝致します。

参考文献

- 1) 福本, 伊藤: 名港西大橋ケーブル定着部の強度に関する実験的研究, 名大土木研究報告書No. 8302, 昭和58年7月。
- 2) 福本, 伊藤: 名港西大橋ケーブル定着部実橋計測実験, 名大土木研究報告書No. 8501, 昭和60年3月。