

P C 斜版橋の計測及び応力解析

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 ○正会員 井料 青海
 大村田義廣
 村井 剛之

1. まえがき

東北本線名取川橋梁は、P C 斜版橋という非常に珍しい形式の橋梁であり、通常の吊橋と比較して剛性が大きく、鉄道橋として有利な構造であり、今後益々注目されると思われる。この名取川橋梁では、主塔部においてサドル構造（図-1）を採用しており、合理化かつ経済化を図るとともに、よりスレンダーで景観的にも優れた形状となっているのが、本橋梁の一つの特徴である。しかし、この主塔サドル部では、斜材の緊張によってコンクリートに割裂力が働くが、この応力状態が不明確であり、設計においては安全率をやや大きめに採っているのが現状である。そこで、この性状を明確化することにより、サドル構造のより合理的な設計に生かすために、実橋に計測器を埋設して、内部応力状態を明らかにすることとした。

2. サドル構造内部応力状態の検証

1) F E M 解析モデル

本橋梁では、P C 鋼材が多段（13段）に配置され、順次緊張される。この場合、上段のダクトから荷重が累積され、下段のダクトに影響を及ぼすことが考えられ、この荷重の大きさを定量的に評価することが設計上重要になる。即ち、多段緊張による累積荷重と単一緊張での載荷割裂力との関係を明らかにすることが課題となるのである。そこで、内部応力状態を把握するために、2次元弾性F E M解析を行った。

解析には実橋の主塔部（4列を7段、3列を1段、1列を5段）を半割りにしたモデル（図-2）を用いた。また、ダクトには実橋を想定して内径 $\phi = 8.07\text{cm}$ の鋼管を設置し、荷重はダクト内で 90° に一様に分布するものと仮定して、実橋の最終緊張力より 740kgt/cm^2 とした。弾性係数及びポアソン比は、コンクリートについては $E_c=3.2 \times 10^5\text{kgt/cm}^2$ 、 $\nu=0.167$ 、鋼管については $E_c=2.1 \times 10^6\text{kgt/cm}^2$ 、 $\nu=0.3$ とした。

2) サドル部割裂力計測

本橋梁では、実橋に計器を埋設して、上記のF E M解析との比較を行い、解析の妥当性を検証することとした。実橋の各ダクト直下には、斜材緊張によるコンクリートの割裂力に対する補強鉄筋を配置しており、補強鉄筋の▲印の位置（図-1）にひずみゲージ（4アクチブゲージ法）を設置し、緊張前後において、一時間単位で測定した。尚、■印は熱電対である。

3) 解析値及び実測値の比較

ひずみゲージの設置位置に対応する複数の要素について、上記のF E M解析より得られた、各々の要

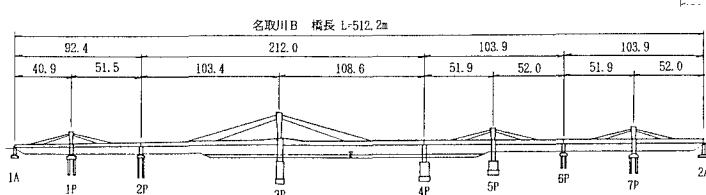
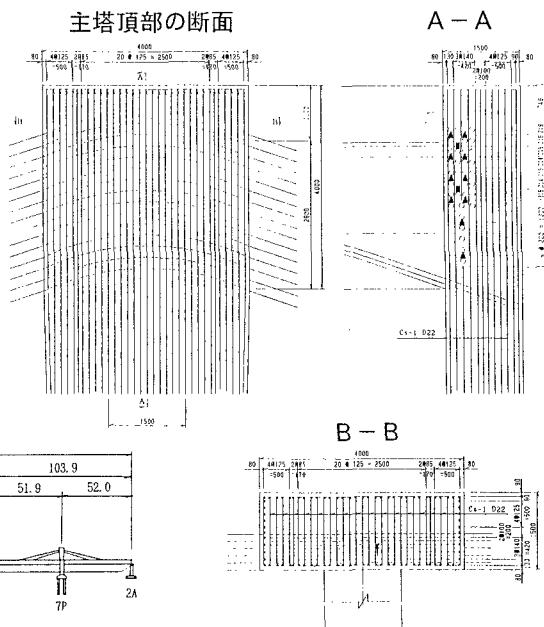


図-1 名取川橋梁側面図及び主塔サドル構造



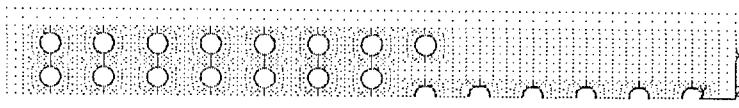


図-2 解析モデル(FEM)

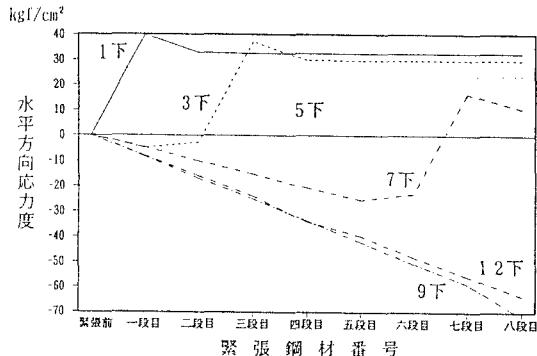


図-3 ダクト下引張応力度理論値

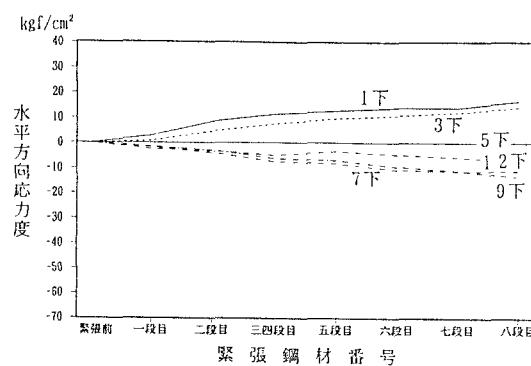


図-4 ダクト下引張応力度実測値

素中心における応力度水平成分の平均値を解析値として図-3に示す。また、実測値を図-4に示す。実際の緊張において、一段目の緊張から八段目の緊張までに約一週間を要しているものの、解析では乾燥収縮・クリープ及び日気温変化の影響を考慮していない。そこに、両者の相違点が表れていると思われる。

3. 設計への反映

1) 割裂力による引張力の変動

上記のFEM解析から得られた各要素中心の応力度のうち、引張力の水平成分のみを積分したものの推移を図-5に示す。設計においては、この引張力に対して抵抗できるよう、場合によっては補強鉄筋を配置する必要がある。上段より緊張する場合、各段の緊張により引張力は累積していくが、直上のダクトが緊張された際に引張力は大きく増大し、その後直下のダクトが緊張されると、引張力はやや緩和されることが分かる。また、各ダクト下における引張力の最大値は、下段であるに従って増加するが、六段目における最大値は、一段目の最大値との比率(以下、比率 f とする)は約2.3となっている。尚、本解析において、全十三段のダクトのうちで、七段目のダクト下の引張力が最大となり、比率 f は約2.4となった。

2) 設計への反映

主塔サドル部の設計を行う際、斜材の必要緊張力による腹圧力に対して、ある程度の安全率を確保するような降伏強度及び破壊強度となるように、主塔の鉄筋量や部材幅等を決定すればよいが、この腹圧力を算定する際に、以下の式のように比率 f を用いればよい。

$$(降伏強度、破壊強度) \geq (\text{安全率}) \times (\text{腹圧力})$$

ここで、

$$(\text{腹圧力}) = (\text{係数 } f) \times (\text{一段目の腹圧力})$$

なお、(一段目の腹圧力)は斜材の緊張力を鉛直下向きに換算すればよく、その上で算定した降伏強度及び破壊強度が、鉄筋量及びダクト径の関数である¹⁾ことより、逆算して算定すればよい。

[参考文献] 1) 大庭光商・築嶋大輔・石橋忠良：斜張橋のサドル定着部の研究、

コンクリート工学年次論文報告集第17巻第2号、pp.685-690、日本コンクリート工学協会、1995

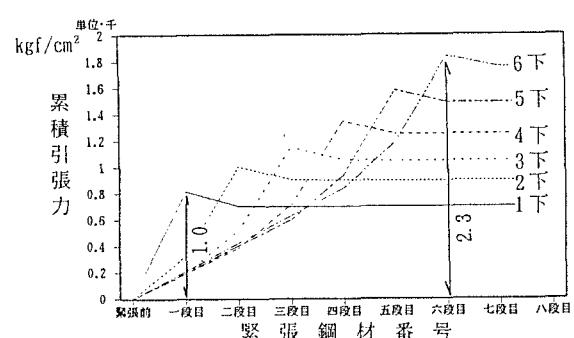


図-5 順次緊張時の各位置での引張力の変動