

V-87 PC曲線桁橋のテンドン緊張について

宮崎大学工学部 正○今井富士夫
 宮崎大学工学部 正 中沢 隆雄
 建設技術研究所 MHAD.NASIR MHAD.SALLEH

1. まえがき

近年、曲率の激しいPC曲線桁橋が採用されるようになってきた。しかしながら、力学性状を支配する主要な因子のテンドン緊張に関してみると、曲線の内側と外側の腹板内に配置されたテンドンの緊張力は通常、直線橋のように同等なものとなっているようである。曲線桁橋にはねじりやそり変形が生じ、その挙動は直線橋に比べて複雑となるため、曲線の内側と外側の両者のテンドン緊張力を同等にすることの妥当性を検討する必要がある。本報告は、単箱形断面のPC曲線橋を対象に各テンドンの緊張が曲線橋の力学性状に与える影響について検討したものであり、解析には有限帯板法¹⁾を使用した。

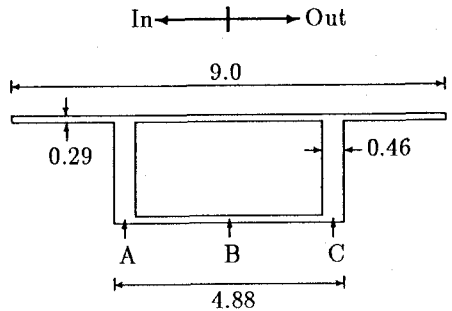


図-1 断面図(単位:m)

2. 解析モデル

図-1は解析に使用したPC曲線桁橋の断面図である。本橋は文献2)の1つのモデルを採用したものである。そこでの単位はft、lbとなっており、解析にはこの単位を使用した。本報告での表現はCGS単位に読み替えている。

本橋の主な諸元は、中央支間長:49.4m、ヤング率: 2.5×10^5 kgf/cm²、ポアソン比:0.15である。テンドンの断面高さ方向の形状は放物線とし、端部および中央部の下面からのテンドン位置はそれぞれ1.8m、0.15mであり、緊張力は各テンドンで1650tfとした。

解析での要素分割数は、上フランジで8、下フランジで4、腹板で5とした。支持条件は曲線軸方向は可動、直角方向は固定とするものである。

なお、テンドンの緊張による分布腹圧力wは式(1)によるものとした²⁾。

$$w = F \cdot (d\theta / ds) = F / r \quad (1)$$

ここに、Fは緊張力、rは曲線桁橋の半径である。

3. 解析結果および考察

解析ではPC曲線桁橋の半径を変数とし、対象荷重は死荷重と緊張力とした。

図-2は死荷重に対するPC曲線桁橋の中央線上の下フランジの(a)角方向垂直応力度 σ と(b)垂直たわみ δ を示したものである。表-1は、以下の図での解析変数である半径を表す記号を示したものである。

図から明かなように、ほぼ直線橋に近い半径が300mの場合に

表-1 図の記号

半径	記号
30m	○
60m	□
90m	■
300m	●

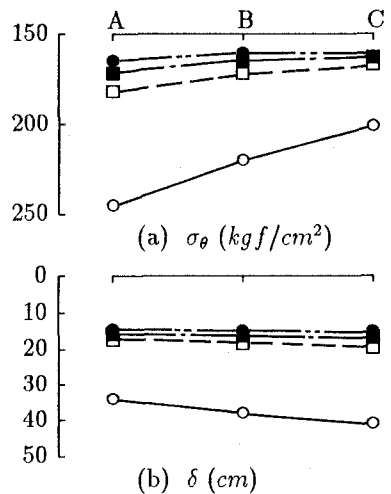


図-2 死荷重による挙動

は、たわみはほぼ水平に変位しており、垂直応力度もわずかなせん断遅れの影響がみられる程度でやはりほぼ水平となっている。曲率が厳しくなれば、ねじり変形の影響が生じており、垂直応力度にはその影響がみられるようになっている。また、半径が60mまではそれらの影響は緩やかであるが、半径が60m~30mと変化する間に急激な変化がみられる。

図-3は、曲線の内側と外側の腹板内の両者の tendon に同一の緊張力を導入したときの結果である。ここでの緊張力は半径が75mとして設計されたものである。

緊張力の導入は微小ではあるが、ねじりの変形抑制に寄与していることが垂直たわみの分布から読み取れる。このことは文献3)の12.2.2のPC鋼材配置の方法の1つとして示されていることと合致する。しかしながら、文献3)ではその設計仕様は示されていない。

垂直応力度についてみてみると、死荷重のような滑らかな応力勾配となっておらず、ジグザクな分布を呈している。その変化は曲率が厳しくなるのに伴って、大きくなる傾向にある。また、外荷重による垂直応力が内側に大きくなっているのに対して、緊張力による垂直応度は必ずしも、それらを打ち消すようなモードとはなっていないようである。すなわち、外側の安全性を臨界に設計すれば、そのPC曲線桁橋は危険な構造物となる。

そこで、内側と外側 tendon の各緊張による発生垂直応力度を個々に検討していく。

図-4は、(a) 外側 tendon と (b) 内側 tendon にそれぞれ緊張力を与えた場合の垂直応力度を示したものである。

片側に緊張力を導入すると、緊張側から非緊張側へと垂直応力度は低減しており、その勾配はほぼ等しいようである。ただし、外側緊張の場合には緊張側の断面中央付近に、また内側緊張では緊張側の端部に平坦な分布が生じている。

このことから、外荷重に対する下フランジの引張り応力を打ち消すためには、内側緊張力を外側より大きくする必要があることが判る。

4. まとめ

本報告は死荷重と tendon の緊張力に対するPC曲線箱桁橋の力学性状を明らかにするため、有限差分法による数値解析を行ったものである。ここで得られた結論を要約すると、以下ようになる。

- 1) 緊張力は外荷重によるねじり変形をわずかではあるが、抑制する効果がある。
- 2) 外荷重による下側フランジの引張り応力度を打ち消すためには、内側緊張力を外側よりも大きくする必要がある。

《参考文献》

- 1) Scordelis A.C. 他: UCB/SESM 85/02、1985
- 2) Leet, K.: Reinforced Concrete Design, McGraw-Hill、1982
- 3) 日本道路協会: コンクリート道路橋設計便覧、1985

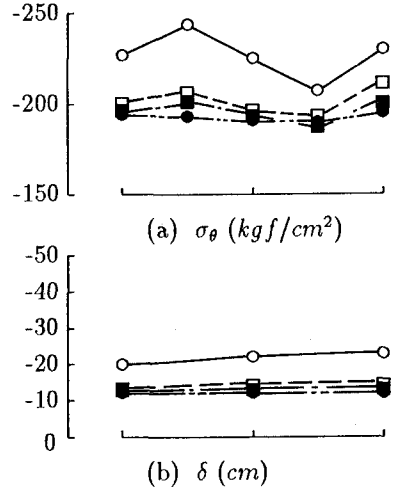


図-3 緊張力による挙動

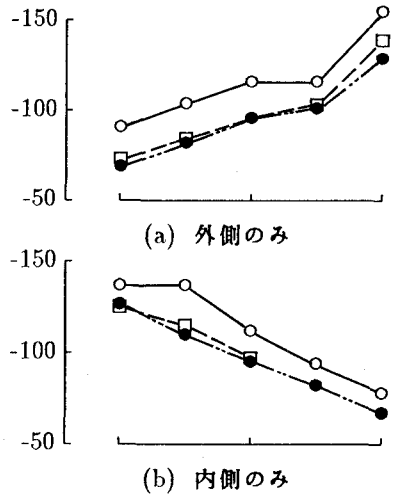


図-4 各 tendon の緊張による sigma_theta