

S 字型曲線を有する鋼箱桁橋の設計

パシフィックコンサルタンツ (株) 正会員 ○山本 智弘

パシフィックコンサルタンツ (株) 金沢 吉彦

1. はじめに

本橋は橋長 280m、平面線形 R=75m (S 次型) を有する 5 径間連続箱桁橋である(図-1 参照)。曲率半径が厳しい曲線橋の問題として端支点到に発生する負反力の解消があげられる。

また、本橋では経済性から PRC 床版を採用したが、閉断面の一室鋼箱桁橋であるため (図-4 参照)、床版に対して鋼ウエブの拘束によりプレストレスの低減が懸念された。

そこで、負反力解消に対する様々な工夫 (カウンターウエイトほか; 図-2 参照) ならびにコンクリートの側圧対策と、PRC 床版に対する 3 次元 FEM 解析について述べる。

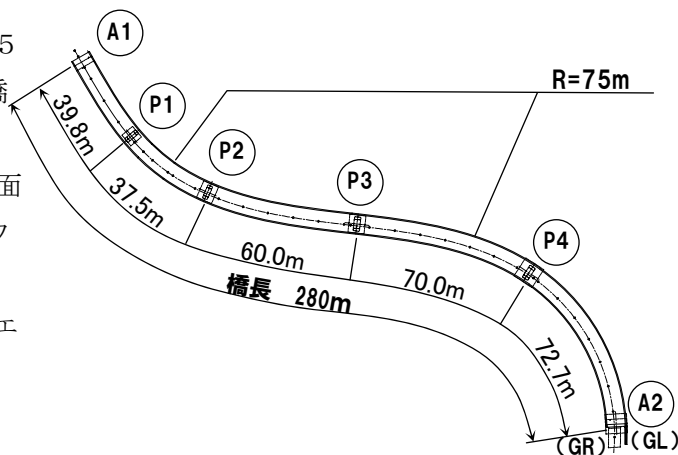


図-1 平面図

2. 負反力対策とコンクリートの側圧対策

2.1 負反力の解消方法 (以下、主に負反力が厳しい A2 橋台の GR 支点到に着目する)

まず、一般的な負反力の解消方法としては、①端支点到におけるアウトリガー対策があげられるが、②曲線橋の特徴を生かし、中間橋脚を 2 点支承にした場合と 1 点支承の場合で比較した。1 点支承とすることにより A2 (GR) 支点到の反力を -1,000kN から -870kN へと 130kN 改善することはできたものの、負反力の解消には至らなかった。

次に、③中間支承 (1 点支承) の位置を箱桁中心から S 次型の構造重心側に 0.1m から 0.6m の範囲で移動させた。

しかし、まだ -489kN 程度の負反力が発生していたため、④カウンターウエイトを使用した。

カウンターウエイトは普通コンクリート以外に⑤重量コンクリート (38kN/m³) との比較検討を行った。重量コンクリートの場合、普通コンクリートと比較してカウンターウエイト長を 8m から 5m に短くすることはできるものの、単価が高いため経済的とはならない、あるいは骨材に磁鉄鉱石を用いるため、材料手配に 1 年程度かかるなど工期的な課題があったため、採用には至らなかった。

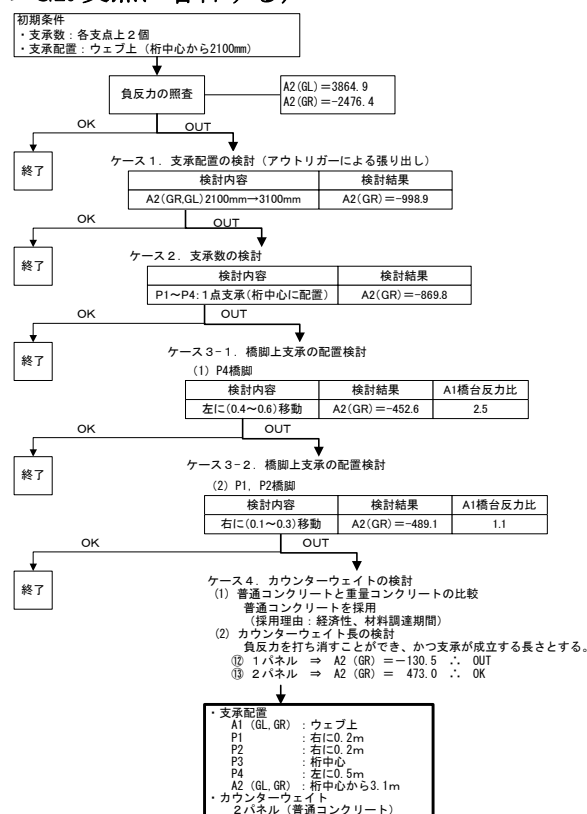


図-2 負反力検討フロー

2.2 カウンターウエイトの問題点

薄肉構造物にカウンターウエイトを採用した結果、コンクリートの側圧が問題となった。次項に、コンクリートの側圧対策について検討を行う。

キーワード: 負反力、カウンターウエイト、重量コンクリート

連絡先: 〒541-0052 大阪市中央区安土町 2 丁目 3 番 13 号 TEL: 06-4964-2282、FAX: 06-4964-2286

2.3 分割打設数と補強リブ数

充填コンクリートの側圧対策を支点上と中間位置での2断面でダイヤフラムに対して検討を行った。解析結果を表-1に記すが、無対策では発生引張応力度が許容引張強度を超える。そこで、応力度を主応力度以内に納めるため、コンクリートを分割打設（2回）するとともにリブ補強（1本）を行った。

表-1 分割打設数と補強リブ数

追加補強リブ本数	パネル間隔	コンクリート打設高さ		
		2400 (1回)	1200 (2回)	800 (3回)
0	4200	-	OUT	SM490YでOK OUT
1	2100	SM490Yで16mm SM400で20mm	OK	OK
2	1400	SM490Yで10mm SM400で12mm	-	-
5	700	SM490Yで10mm SM400で12mm	-	-

3. PRC 床版のプレストレスに対する3次元FEM解析

本橋は閉断面の鋼箱桁橋であるため、床版に対して鋼ウェブの拘束によりプレストレスの低減が懸念された。

そこで、幅員の3倍である23mを全長とした3次元FEM解析を行った。解析は、床版幅員方向で正曲げ及び負曲げが最大となるT荷重を考慮した2ケースについて行った（図-3、図-4参照）。

3.1. 鋼桁拘束によるプレストレスの減少応力度

プレストレスによる応力度は支点部では静的解析とほぼ同程度の応力度が確保されたが、支間中央では約30%程度プレストレスが減少している。

3.2. 支間中央部に対する検討

ウェブ拘束によりプレストレスは減少するものの、活荷重断面力も同程度の割合で低下している。その結果、静的解析での許容引張応力度 2.1N/mm^2 に対し、FEM解析での発生引張応力度が 1.6N/mm^2 であることから、床版の健全性を確認した（図-5参照）。

4. 考察

4.1. 負反力対策及び側圧対策

S字型曲線を有する鋼箱桁橋の負反力対策を行った。アウトリガー以外に4対策を検討したが、S字型の構造特性を生かしたという点では、支承位置を箱桁中心から移動させたこと、ならびに重量コンクリートの検討を行ったことが、着目される。

また、コンクリートの側圧対策としては、コンクリートを2回の分割施工にするとともに、補強リブを中間に1本設置してひびわれの発生に留意した。

4.2. PRC 床版のプレストレスに対する3次元FEM解析

支間中央でのプレストレス減少量が約30%と大きかった。しかし、FEM解析の結果、ウェブ拘束によりプレストレスは減少するものの、活荷重断面力も同程度の割合で低下しており、床版の健全性が保持されていることを確認した。

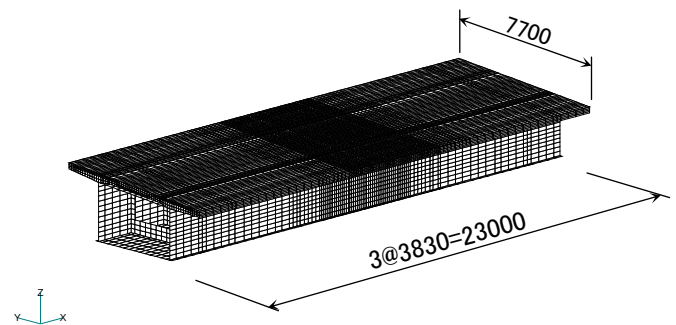


図-3 全体モデル図

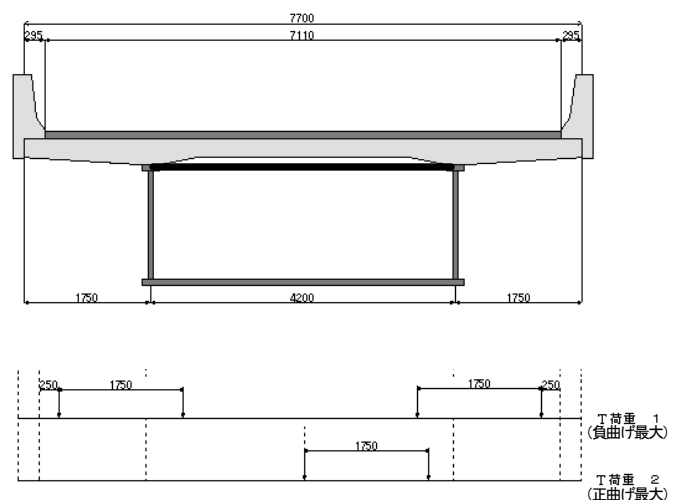


図-4 活荷重載荷モデル図

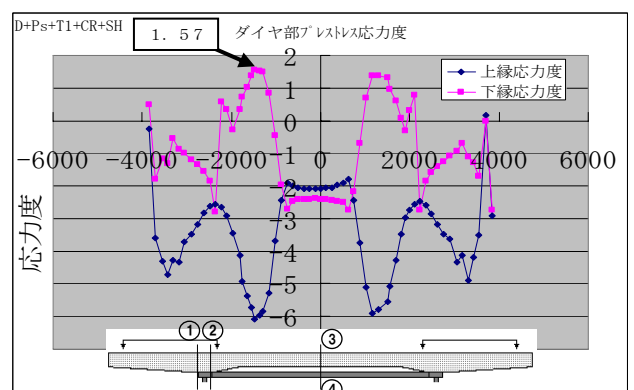


図-5 床版の応力度図