

場所打ちP C床版を有する狭小箱桁橋のプレストレス応力性状について

ポジ設計（株）○正会員 吉田 直弘
 同上 正会員 鈴木 眞吾
 日本道路公団 馬場 岳夫
 同上 正会員 黒田 健二

1. まえがき

近年、箱桁橋の合理化としてウェブ間隔を狭くすることで縦リブと横リブを大幅に削減し、併せてP C床版を採用することにより縦桁を省略することで、桁製作費を大幅に削減する「狭小箱桁橋」が採用されている。この形式の橋梁の場所打ちP C床版では床版に対して橋軸直角方向へのプレストレス力を導入する際、箱桁の抵抗により床版のプレストレス応力度が低下することが考えられる。しかし、現段階では箱桁の剛性による現場打ちP C床版のプレストレス力への影響を評価できる簡易的照査法がまだ確立されていない。

本稿は、場所打ちP C床版を有する3径間連続狭小箱桁橋を対象にF E M解析を実施し、その結果を報告するとともに簡易的に解析できる照査法について報告する。

2. 解析モデル

モデル橋梁は、図-1に示す3径間連続狭小箱桁橋である。橋梁の横断面図は図-2に示す。部材のモデル要素については表-1に示す。

また、緊張力はP C鋼材に温度変化を与えることによって載荷する。断面積A、ヤング率E、線膨張係数 α の諸元をもつP C鋼材に温度変化 Δt を与えた場合に発生する緊張力は次式で表す。 $T = E A \alpha \Delta t$ ($T = 665 \text{ kN}$)

表-1 モデル要素一覧

部材	要素の種類	備考
P C鋼材	トラス要素	軸力のみ
ウェブ	シェル要素	面内、面外剛性
フランジ	シェル要素	〃
ダイヤフラム	シェル要素	〃
横桁	シェル要素	〃
床版	ソリッド要素	3次元

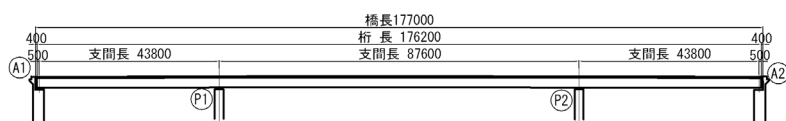


図-1 橋梁一般図

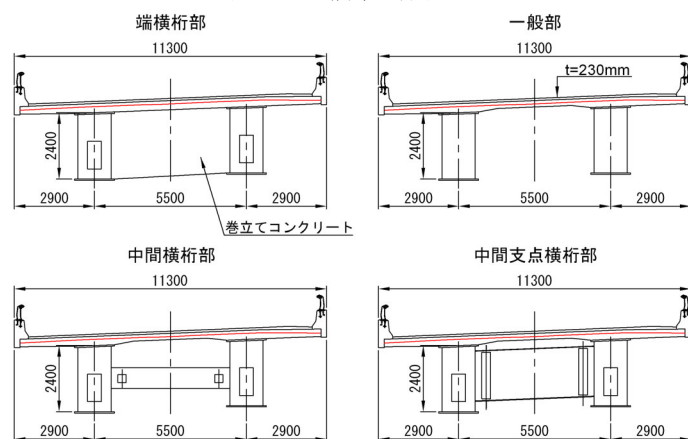


図-2 断面図

3. 解析結果

床版のプレストレス応力度の分布を図-3に示す。この図から、端支点以外の区間において、若干の変化があるものの、橋軸方向に大きな応力度の変化が見られていない。端支付近においては、巻き立てコンクリートの拘束により、床版に大きなプレストレスロスが生じたと考えられる。

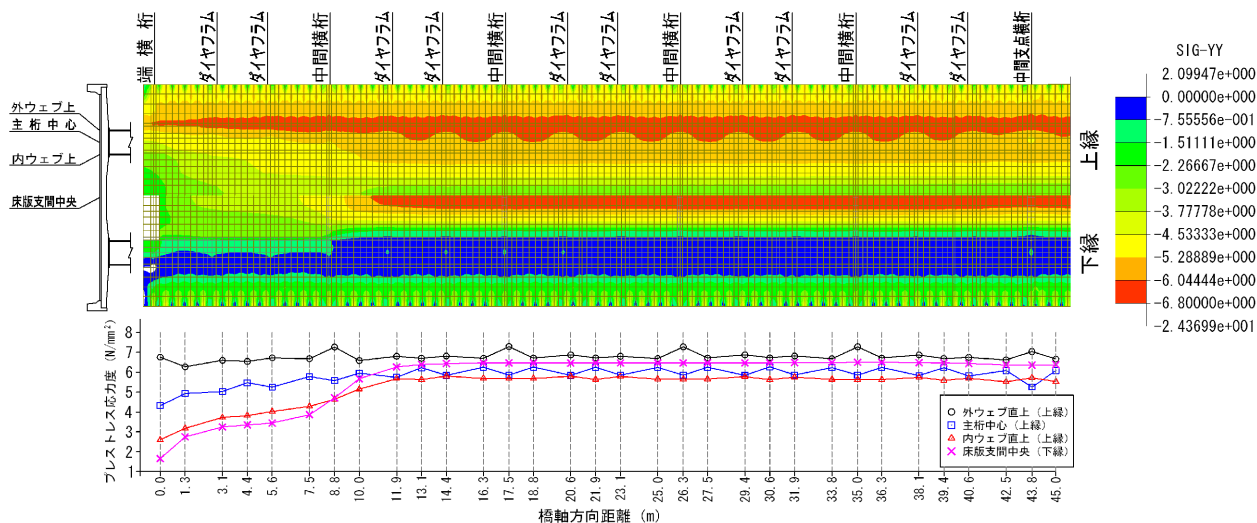


図-3 プレストレス応力度分布図

キーワード：プレストレスロス、狭小箱桁、場所打ちP C床版、F E M解析、簡易照査法

連絡先：〒359-0021 埼玉県所沢市東所沢 2-27-12 TEL04-2945-5500 FAX04-2945-5525

箱桁によるプレストレス力への影響を考察するために、鋼箱桁をモデル化せずPC床版のみのモデルに対してFEM解析を実施し、これを前述した解析（箱桁をモデル化）の結果との比較を行った。比較は一般部、ダイヤフラム部、中間横桁部、端支点横桁部について行った。比較の結果を図-4に示す。

a)一般部について

主桁上の床版の上縁プレストレス応力度については、床版+箱桁のモデルで解析した値が床版のみのモデルで解析した値より2%~10%程度低下していることが分かった。低下の理由として、上フランジが床版と合成してプレストレス力に抵抗するため、応力度の低下が生じたことが考えられる。一方、支間中央の床版下面のプレストレス応力度については、床版+箱桁のモデルで計算した値が床版のみのモデルで計算した値より25%程度増えている。増える理由としては次のように考えられる。PC鋼材の緊張力によって、床版に曲げ変形が生じる。一方、箱桁はねじり剛性を有しており、その曲げ変形に抵抗するため、二次力が発生する。その二次力によって、支間中央に下縁圧縮の応力度が生じる。そのため、支間中央の床版下面のプレストレス応力度が増えた。

b)一般部以外について

端支点部以外の箇所は一般部とほぼ同様な傾向を示している。ただし、ダイヤフラム部においては、主桁中心における床版上縁のプレストレス応力度が一般部より低下している。その理由については、一般部では床版と上フランジとの合成断面でプレストレス力に抵抗しているのに対し、ダイヤフラム部ではダイヤフラムを含んだ合成断面でプレストレス力に抵抗しており、曲げ抵抗が大きくなるためプレストレス力による曲げ応力度が低下していると考えられる。

4. プレストレス応力度の簡易照査法

箱桁の剛性を評価したフレームモデルによって、プレストレス応力度を計算することが可能と考える。図-5示す四つのフレームモデルによってプレストレス応力度の計算を行った。

モデル1：支点条件をピン+ピンローラ

モデル2：支点条件を固定とする

モデル3：フランジ+ウェブをモデル化

モデル4：フランジ+ウェブ+箱桁のねじり剛性をモデル化

箱桁のねじり剛性は回転ばねによって評価する。

上述した四つのモデルによる計算結果とFEMによる解析結果との比較を図-6に示す。モデル1とモデル3において、支間中央の応力度がFEMの結果と大きく離れている。その二つのモデルが、床版の曲げ変形を拘束していないため、3.に述べた二次力を評価できない。そのため、支間中央の応力度がFEMの結果と離れている。モデル2と4については、FEM解析と比較すると、応力度がほぼ一致していることから、その二つのフレームモデルにより、箱桁橋のPC床版のプレストレス応力度を求めることが可能と考える。

ただし、中間横桁を省略する橋など、箱桁による床版の曲げ変形への拘束が比較的に小さいものについては、モデル2が過大に2次力を評価する傾向がある。検討した四つのモデルの中に、モデル4がベストと考えられる。

5. まとめ

FEM解析の結果から、主桁・横桁等の影響によりPC床版のプレストレス応力度のロスが生じており、特に、端支点部においては、プレストレスロスが一般部より顕著となることが分かった。また、FEM解析の結果とフレーム解析の結果と比較することにより、フレームモデルの適用が可能であることが分かった。今後、床版寸法、PC鋼材配置などが異なる橋梁を対象に提案のフレームモデルの有効性を検証する予定である。

【参考文献】志村勉、辻角学、依田照彦：中間横桁を省略した狭小箱桁の3次元変形挙動の解析的検討 土木学会論文集 No.654

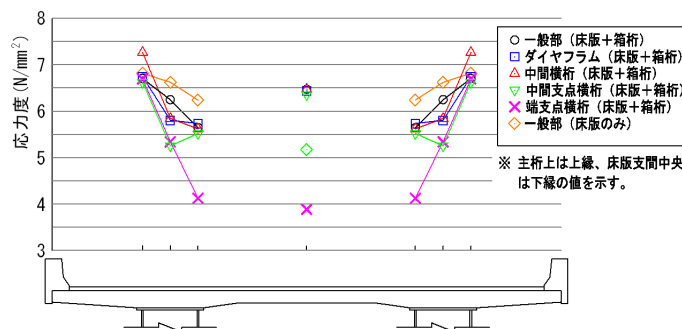


図-4 箱桁の剛性によるプレストレス応力度への影響

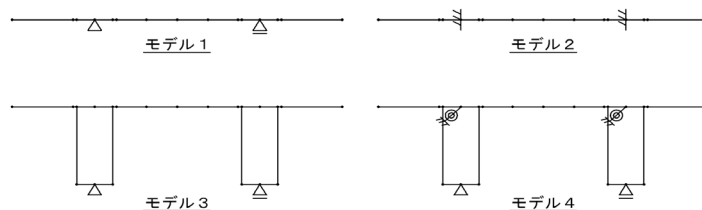


図-5 フレームモデル

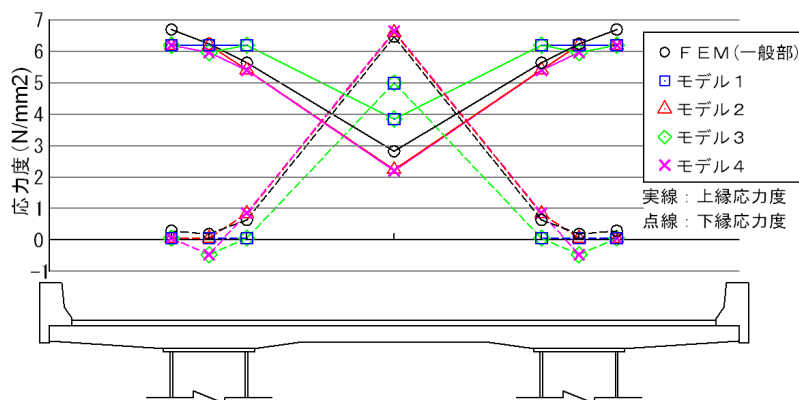


図-6 フレームモデルとFEMとの比較