

4 主桁並列橋の架設時における強度算定式の有効性

大阪大学工学部 学生員 西村 佳大 大日本コンカウト 正 員 堀田 毅
 大阪大学工学部 フェロ- 西村 宣男

1. まえがき

近年の建設コスト縮減と合理化、省力化の要求が相まって、現在注目されているのが連続合成桁である。道路示方書¹⁾に準拠する鋼並列多主桁橋においてもその合理化設計が急がれ、連続合成桁を導入することが検討されているが、弾性特性から非弾性特性及び終局強度特性まで含めた力学的特性はまだ十分に解明されているとは言い難い現状である。

そこで本報告では、4主桁並列橋の安全性並びに極限強度特性を解析するにあたり、まず4主桁全体を解析するには非常に計算効率が悪いため、まず4主桁並列橋を1本主桁にモデル化することについて検討を行った。更に、そのモデル化した1本主桁を用いて、支間長42m及び66mの単純桁の合成前構造を対象として、安全性及び極限強度特性について弾塑性有限変位解析を行った。そして、既に提案されているI形断面桁の強度算定式²⁾と解析結果の比較を行い、強度算定式の有効性について考察した。

2. 解析モデル

本解析には、弾塑性有限変位解析プログラム(NACOMP)を使用した。対象とする橋梁は、道路橋示方書¹⁾に準拠した4主桁並列橋で支間長42m、66m(横桁間隔6m一定)の単純桁である。桁断面図を図-1に示す。また、断面諸元は表-1に示す。丸番号は断面番号を示し、解析モデルは対称のため支間中央までを示す。主桁の鋼種はSM490Yを用い、降伏応力は353(MPa)である。解析ケースとして、単純桁の正曲げモーメントの卓越する支間中央部での正曲げ解析を行うため、支間中央部に立体ブロックを配置し、立体ブロックの要素分割には8節点立体ブロックシェル要素を用いた。それ以外の主桁については、横桁間隔(6m)1パネルとし骨組要素でモデル化することとした。骨組節点は、横桁位置、断面変化位置に設け、横桁間も4分割した。荷重は合成前死荷重として、鋼桁、硬化前の床版及びハンチ重量のみを考えた。初期不整については、全体座屈モードおよび局部座屈モードに対応した初期たわみを、また残留応力はフランジ・ウェブに矩形分布として考慮した。これらは、全て平均値相当の数値である。

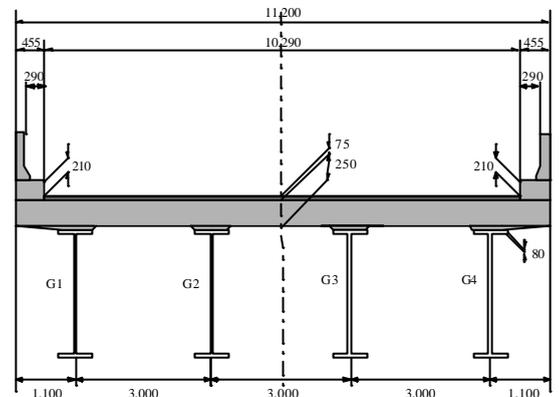


図-1 4主桁並列橋の断面図

表-1 断面諸元

| 支間長42m | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|---------|--------------|--------------|-----------------|----------|----------|-------|------|--|
| b_{fl}/t_{fl} | b_{fl}/t_{fl} | h/t_w | A_w/A_{fu} | A_w/A_{fl} | A_{fu}/A_{fl} | R_{fl} | R_{fl} | R_w | | |
| 44.44 | 64.44 | 109.09 | 14.67 | 4.79 | 0.33 | 1.40 | 0.98 | 0.97 | 1.27 | |
| 21.05 | 30.53 | 109.09 | 6.95 | 1.90 | 0.27 | 0.66 | 0.39 | 0.97 | 1.01 | |
| 19.05 | 27.62 | 109.09 | 6.29 | 1.90 | 0.30 | 0.60 | 0.39 | 0.97 | 0.98 | |
| 支間長66m | | | | | | | | | | |
| b_{fl}/t_{fl} | b_{fl}/t_{fl} | h/t_w | A_w/A_{fu} | A_w/A_{fl} | A_{fu}/A_{fl} | R_{fl} | R_{fl} | R_w | | |
| 35.38 | 32.00 | 120.00 | 12.54 | 3.75 | 0.30 | 1.12 | 1.04 | 1.07 | 1.05 | |
| 15.86 | 12.70 | 120.00 | 5.62 | 1.49 | 0.26 | 0.50 | 0.41 | 1.07 | 0.83 | |
| 11.79 | 9.88 | 120.00 | 4.18 | 1.16 | 0.28 | 0.37 | 0.32 | 1.07 | 0.78 | |
| 11.22 | 10.00 | 120.00 | 3.98 | 1.17 | 0.29 | 0.35 | 0.32 | 1.07 | 0.77 | |

3. 解析モデルの検討

4主桁全体を解析するには非常に計算効率が悪いため、まず4主桁並列橋を1本主桁にモデル化することについて検討を行った。このとき問題となるのは横桁位置の境界条件である。横桁の鉛直軸回りの曲げ剛性及び取り付け位置での局部変形³⁾を再現するために、横桁取り付け位置で鉛直軸回りのねじれ角を回転ばねにより弾性拘束した。また、橋軸方向の曲げ剛性、橋軸直角方向の変位抵抗を再現するた

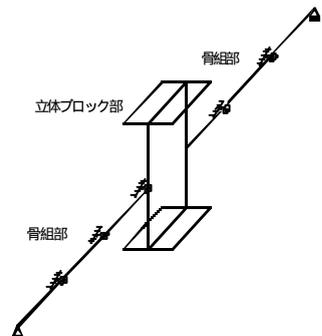


図-2 1本桁モデル全体図 (G1桁をモデル化)

キーワード: 4主桁並列橋, 連続合成桁, 架設系, 強度評価式

連絡先: 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1, TEL 06-6879-7598, FAX 06-6879-7601

めに、橋軸方向・橋軸直角方向ねじれ角を拘束した。図-2はモデルの全体図である。

以上のモデルを用いて、4本桁モデルとの荷重-各変位関係を比較したものが図-3である。これを見ると各変位がほぼ一致していることが分かる。このことにより、以上の境界条件を持つ1本桁モデルにより、4主桁並列橋の挙動を再現できることが分かった。

4. 正曲げ解析結果

前述した1本桁モデルを用いて、単純桁の合成前構造における、安全性ならびに極限強度特性に関して、アスペクト比及び水平補剛材の有無等をパラメータとしたパラメトリック解析を行った。図-4に荷重-局部変位関係を示す。どちらのモデルもパネル間に垂直補剛材を設けない設計であるが、安全率は架設系での規定値1.36¹⁾を有しており、安全性に関しては問題ないと考えられる。また、終局状態まで局部変位のみで推移しているが、66mモデルの極限状態では横ねじれ座屈が起こっている。

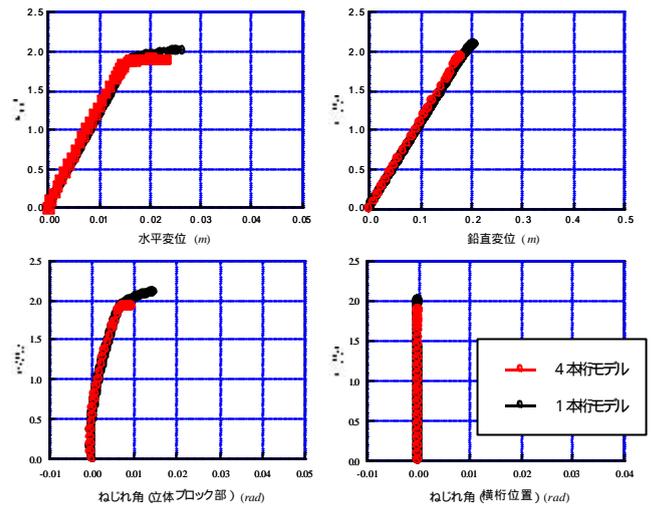


図-3 4本桁及び1本桁 荷重-各変位関係比較 (支間42m,アスペクト比25)

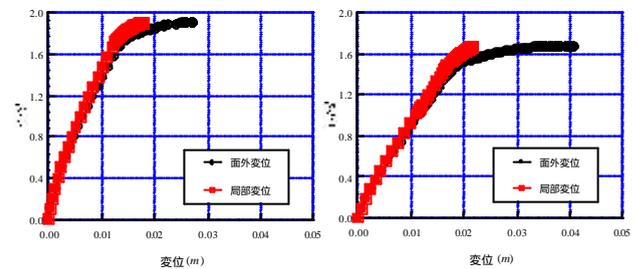


図-4 荷重-局部変位関係図 (支間42m,66m)

5. 4主桁橋梁に対する強度算定式の有効性

前述の解析結果をもとに、曲げを受けるプレートガーダーについて既に提案されている強度算定式²⁾と比較し、4主桁並列橋における算定式の有効性について考察を行う。算定式の対象とするプレートガーダーは、圧縮フランジ及び腹板の局部座屈が終局状態となる曲げパネルで、水平補剛材は設けないものである。断面に作用する曲げ耐荷力は次式で算定される。

$$M_u = s_{uf} A_{fu} (e_y - \frac{t_{fu}}{2}) + s_{ul} A_{fl} (h + \frac{t_{fl}}{2} - e_y + t_{fu}) + \frac{1}{3} (e_y - \frac{t_{fu}}{2})^2 s_{mw} t_w (\frac{I_{pw}}{I_{pw}})^2 + \frac{1}{3} (h - e_y + t_{fu})^3 \frac{s_{fl} t_w}{h + \frac{t_{fl}}{2} - e_y + t_{fu}}$$

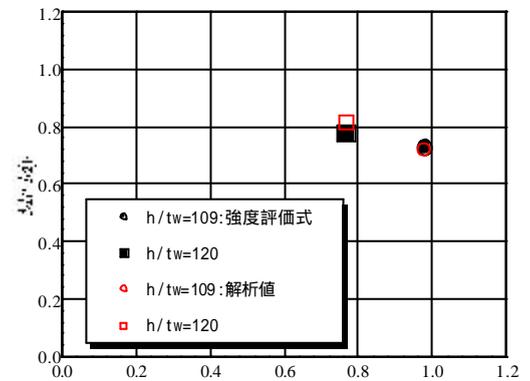


図-5 強度評価式と解析結果の比較

この式を用いて、ウェブとフランジの幅厚比及び部材の細長比パラ

メータを変化させながら曲げ耐荷力を求めたものと解析結果を比較したものが図-5である。算定式と解析値はほぼ一致している。これにより、強度算定式は4主桁並列橋にも適応出来ることが分かった。

6. まとめ

- 1) 4主桁並列橋は、1本桁の横桁位置において、水平変位を拘束、橋軸方向ねじれ角を拘束、鉛直軸回りのねじれ角を回転ばねで弾性拘束したモデルによって、その挙動を再現できることが分かった。
- 2) 正曲げモーメントが卓越する支間中央において、垂直補剛材を設けない設計が可能であることが分かった。
- 3) 強度算定式は、4主桁並列橋にも適応出来ることが分かった。

【参考文献】1) (社)日本道路協会 道路橋示方書 同解説, 共通編 鋼橋編,平成8年12月,2) 堀田 毅 LP鋼板および鋼2主桁橋梁の強度評価法に関する研究,大阪大学学位論文,1999,3) 西村宣男 鋼橋の立体的力学特性を考慮した設計の合理化に関する研究,大阪大学学位論文,1985