

I - A 84

鋼 2 主桁橋梁送り出し架設時の安全性に関する検討

大阪大学工学部 学生員○内藤 純也 大日本コンサルタント 正 員 堀田 毅
大阪大学工学部 フェロ 西村 宣男

1. まえがき

鋼 2 主桁橋における架設工法は、従来の多主桁橋と同様に一般的な自走クレーン車による工法などは可能であると予想される。しかし、送り出し架設工法の場合には、橋断面のねじり剛性が小さいため、張り出し状態における安定性について検討する必要がある。本報告では、2 径間連続鋼 2 主桁橋で送り出し架設工法が採用された場合について、主桁の横ねじれ座屈および支点反力についての安全性を検討する。また、張り出し部を有する構造解析では、張り出し部の変形形状を予想し適切な初期たわみを与えることが必要であると考えられるため、初期たわみの与え方についての検討も行った。

2. 解析モデル

本報告の解析には、1 節点あたり 7 自由度の変位を考慮した薄肉開断面部材からなる立体骨組み構造の弾塑性有限変位解析プログラムを用いた。対象とする 2 主桁橋は横桁のみで連結された道路橋鋼 2 主桁橋であり、現行の道路橋示方書にもとづいて試設計を行った。図-1 に解析モデル図を示す。スパン L は 60m で一定とし、主桁間隔 B は 3m～6m、横桁間隔 a は 5m～20m で変化させる。また送り出し架設を用いた場合に主桁が前方の支点に達する直前をモデル化し単純支持部 60m、張り出し部 60m とした。

3. 張り出し部の初期たわみ

送り出し架設解析では、張り出しを有する 1 本桁、2 本桁で図-1 に示す 3 種類の初期たわみを水平方向に与えて解析を行い、初期たわみの形状による変形形状について検討した。Model I は sine 波で、Model II は張り出し部のたわみが中間支点での接線、Model III は張り出し部のたわみが Model I と中間支点での接線に対して対称になるものとする。

各初期たわみに対し 1 本桁、等断面、等分布荷重、単純支持部 60m、張り出し部 60m の条件で解析をおこなった。極限強度は、1 本桁のモデルが弾性座屈の範囲にあると考えられるため 3 つのモデルで差は生じない。しかし変形の進み方を見ると、Model I、Model III が対称になっているのに対して、Model II は Model I、Model III よりも極限強度近くまで変形が進まず最終的に Model I と同じ座屈モードとなる。3 つのモデルの極限状態での変形を図-2 に示す。このことから Model II の初期たわみ付近が先端部の変形方向を左右する境界であり、張り出し部の水平方向の変形は桁に対する変位量ではなく中間支点での接線方向からの変位量に起因する。これは先端部が初期たわみによって与えられる橋軸回りの回転角が Model I、Model III とでは異なっているためと考えられる。また、同様の解析を 2 本桁、等断面、等分布荷重、単純支持部 60m、張り出し部 60m の条件で初期たわみを Model I、II、III と変え

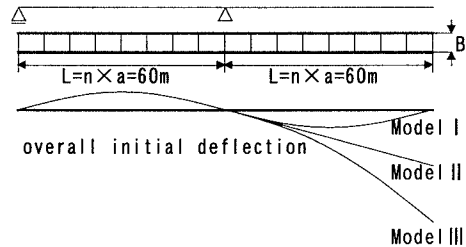


図-1 解析モデル、初期たわみ形状

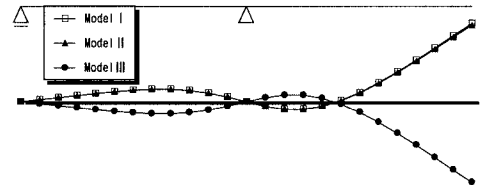


図-2 初期たわみによる変形状態の相違

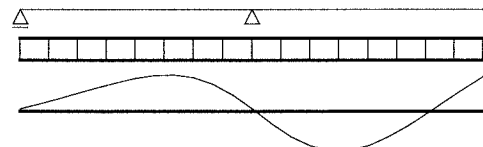


図-3 送り出し架設全体座屈モード

2 主桁橋、送り出し架設、横ねじれ座屈、初期たわみ

〒565 吹田市山田丘 2-1, phone 06-879-7598, fax 06-879-7601

て行なった。1本桁と同様に Model I, II の場合と Model III の場合で左右対称の違いはあるが、同じ座屈モードとなることが分かった。この座屈モードを図-3に示す。これらの結果から初期たわみは図-3の座屈モードに最も近い Model I の初期たわみを解析に用いた。初期たわみの最大値はスパン中央で $L/2000$ とする。

4. 横ねじれ座屈に対する安定性

形状比 L/B とはスパン長・主桁間隔比で直感的な細長さを表すパラメータであり形状比 L/B が大きくなると直感的な細長さは増す。形状比 L/B と架設時の死荷重 p_d で無次元化した極限強度 p_u/p_d で安定性の照査を行う。安全率は全体横ねじれ座屈のような不安定現象を起こす構造物の安全率を $2.0^{1)}$ とし、架設時の割り増し $25\%^{2)}$ を考慮して安全率 1.60 を採用する。

図-4に形状比 L/B と極限強度と死荷重の比率 p_u/p_d の関係を示す。送り出し架設時の荷重は鋼重のみを考慮する。連続桁で送り出し架設を用いた場合に横ねじれ座屈による危険性は、 $a=5\text{ m}$, $B=3\text{ m}$ のモデル以外では生じない。また横桁間隔が広がるにつれて強度が上がる傾向にある。これは張り出し部では横桁間の変形が小さく、主桁の強度がそのまま橋全体の強度に起因しているためと考えられる。また、 L/B が 12 以下で横桁間隔 15 m 以上のモデルで横桁間の横ねじれ座屈が影響によって耐荷力が低下する傾向にあるが、安全率からみて問題はない。

5. 反力の変化

送り出し架設においては、耐荷力以外に端支点および中間支点での鉛直および水平反力について安全性を検討しなければならない。具体的には端支点では桁が浮き上がるなどの現象、中間支点では桁を送り出せなくなるような鉛直反力や桁が水平方向にずれるような現象等である。反力・荷重の関係を $a=15\text{ m}$, $B=3\text{ m}$ の場合について図-5に示す。水平反力は極限強度付近まで増加はなく、張り出し部での横ねじれ変形によって水平変位の増大とともに中間支点上で増加する傾向にある。鉛直方向の反力については、中間支点上では荷重の増加とともに線形的に増加し、端支点では極限強度付近まで増加はほとんどなく、極限強度付近で多少増加する。片側の支点では、鉛直上向きの反力が生じている。 $a=15\text{ m}$, $B=3\text{ m}$ の場合の送り出し架設時の中間支点上の設計反力は鋼重のみの死荷重を考慮して約 99 tf であり、安全率 1.60 付近での反力の大きさは架設に問題が生じる大きさではない。また端支点での鉛直上向きの反力に関してもおもりを載せる等の対策によって解決できる範囲である。

6. まとめ

本報告では2主桁橋で送り出し架設を用いた場合、張り出し部での横ねじれ座屈による不安定現象が起こる可能性は低いといえる。また、支点反力に関しても問題はない。今後の予定としては、送り出し架設時の中間支点上での腹板の局部座屈（ウェブクリッピング現象）についての安全性を検討することである。

参考文献

- 1) (社)日本道路橋協会：道路橋示方書・同解説，(社)日本道路橋協会，Ⅱ 鋼橋編，pp.319，平成8年12月。
- 2) (社)日本道路橋協会：道路橋示方書・同解説，(社)日本道路橋協会，Ⅱ 鋼橋編，pp.115，平成8年12月。

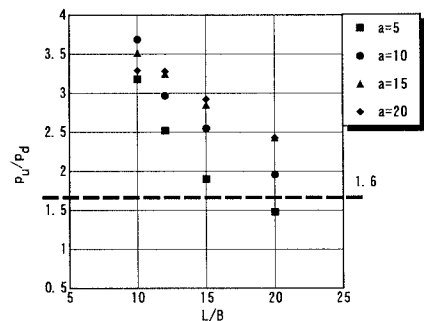


図-4 送り出し架設の安全率

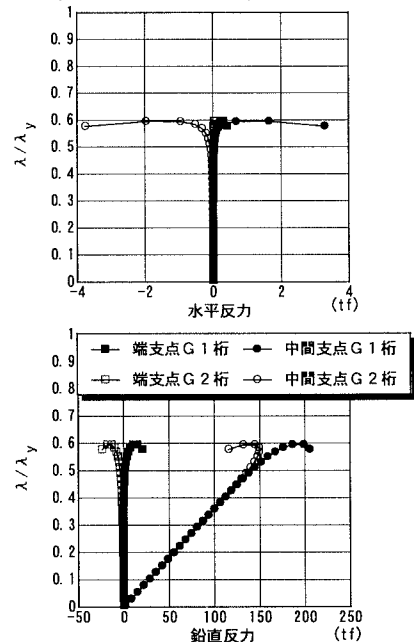


図-5 荷重-反力の関係