

超長大斜張吊橋架設系の2次応力解析

東京都立大学大学院 学生員 勝村真由
 東京都立大学 フェロー 前田研一 正会員 中村一史*

1. まえがき 本研究は、斜張橋と吊橋を組み合わせることによって、それぞれの長所を生かし短所を補い合う合理的な構造システムを持つ新吊形式橋梁である斜張吊橋の超長大橋梁案を対象に、より具体的な架設条件の下で、フリーケーブル状態から完成系に至るまでの架設時における応力特性及び変形特性を把握し、最適な架設ステップを選択するとともに主ケーブルの2次応力が及ぼす影響を明らかにすることを目的としたものである。さらには、架設時における主ケーブルの2次応力の合理的な低減法を提案するものである。

2. 解析モデルと解析条件 超長大橋梁案として中央径間長2,500mの斜張吊橋を対象とし、図-1に示すように、斜張区間と吊区間の区間長比を変えたType-1, Type-2, Type-3の3タイプを比較検討案とした。また、斜張区間長が零の場合、すなわち従来形式である吊橋案をType-4として、斜張吊橋の比較検討案と対比させるものとした。解析条件として、架設はジブクレーンによる張り出し架設工法（斜張区間）とリフティングビームによる直下吊り工法（吊区間）の併用によって、工期の短縮化に配慮し、架設計算では基準となる完成時から架設ステップに応じ、主桁・ハンガー・斜ケーブル・仮設機材を取り除く解体計算を行った。

一方、架設時の主ケーブルの2次応力を含む最大応力を把握するため、ケーブルバンドは剛体とみなし、バンド間で剛結される主ケーブル断面の偏差張力および各素線の曲率変化に伴う2次曲げモーメントによって生じる応力を2次応力と定義し、主ケーブルの2次応力解析を行った。

Type-2 について 斜張区間及び吊区間同時架設〔case-A〕(図-2)、斜張区間架設後吊区間を橋端または橋中央に向かって架設〔case-B〕、斜張区間架設後吊区間を斜張区間に向かって架設〔case-C〕の3ケースの中から最適架設ステップを選定した後、最適架設ステップで吊区間の異なる他のモデル（Type-1,3,4）についても解析し、吊区間の相違と2次応力の影響について比較検討を行った。

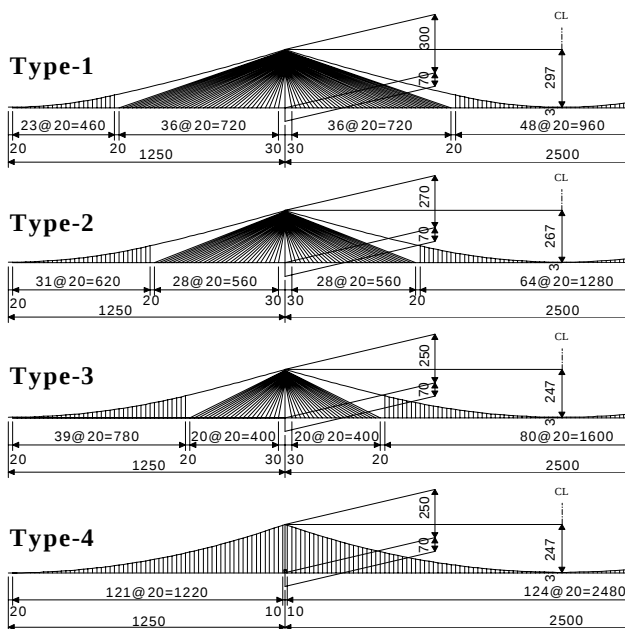


図-1 解析モデル

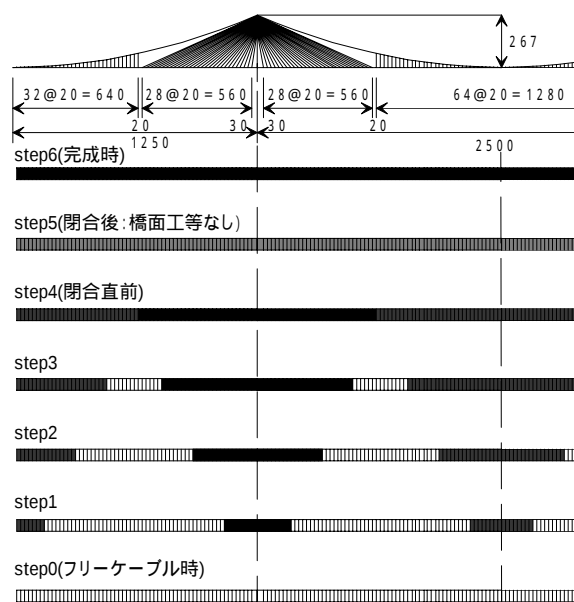


図-2 架設ケースの一例〔case-A〕

3. 架設時の応力・変形特性と架設ステップ 1次応力特性及び変形特性については差異が見られなかったため、2次応力解析結果の一部を次に示す。架設ステップの相違により変形特性に影響があり、架設の負

Key Words：超長大橋梁，斜張吊橋，2次応力，架設系

*連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL. 0426-77-1111 FAX. 0426-77-2772

担の軽減を考慮すると、閉合差が小さい架設ステップの選定が有利となる(図-3)。架設ステップの相違は主ケーブルの2次応力の発生状況を含めた応力特性にも影響があることがわかる(図-4、図-5)。そこでType-4を基準とした所要工期の比率(図-6)を比較検討した結果、工期の短縮が最大優先課題とすると、Type-2とcase-Aの組合せが最適となる。ただし、2次応力によって主ケーブルの最大応力が許容値を上回ることから(図-7)、これを低減する必要があるといえる。

4. 合理的な2次応力低減法の提案 工期のみから最適架設ステップを選定すると、フリーケーブル時の主ケーブル塔頂部に生じる大きな2次応力が問題となったことから、それを低減する方法を提案する。具体的には塔頂付近の主塔にジャッキ受け架台を設置し、ジャッキで主ケーブルを引き上げる方法である。この方法によれば、一般の土木工事に利用されるジャッキの揚力で十分対応可能である(図-8)。

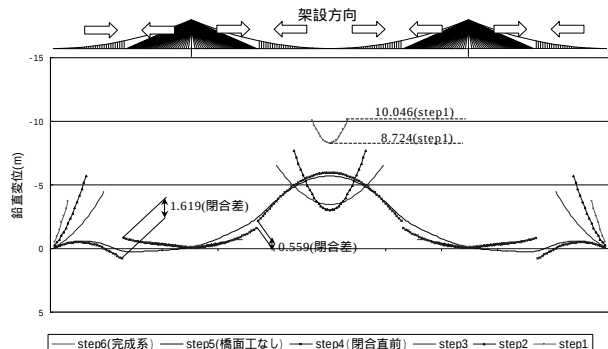


図-3 主桁鉛直変位〔Type-2, case-A〕

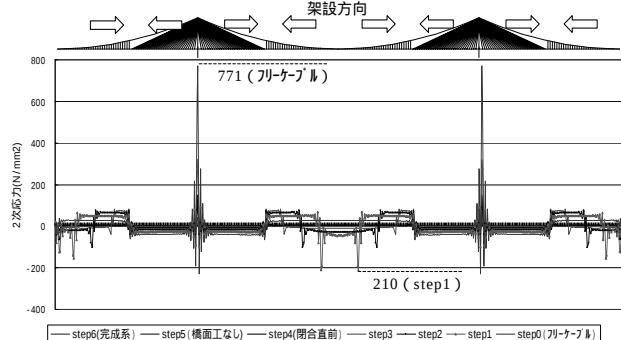


図-4 主ケーブル上縁の2次応力〔Type-2, case-A〕

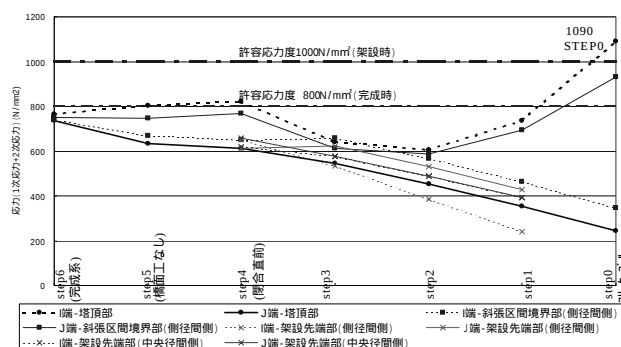


図-5 主ケーブル上縁の(1次+2次)応力〔Type-2, case-A〕

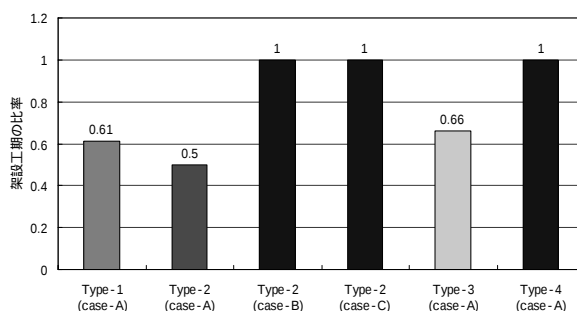


図-6 Type-4 を基準とした所要工期の比率

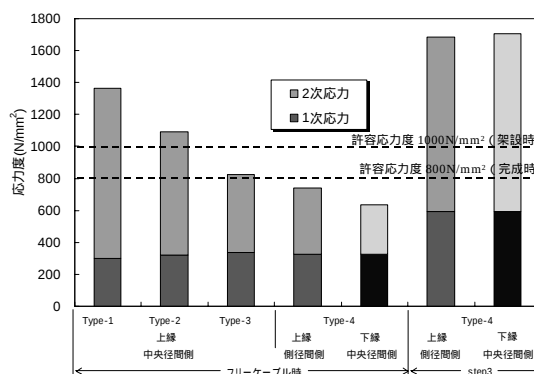


図-7 主ケーブルの1次応力と2次応力〔case-A〕

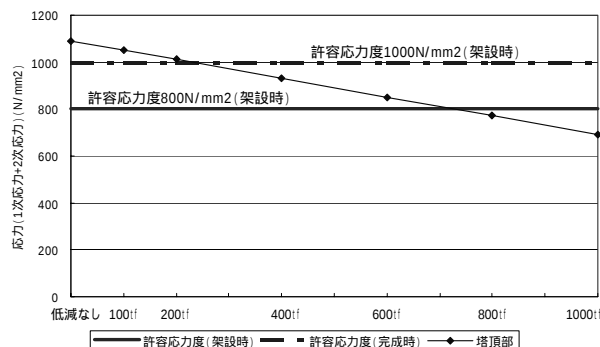


図-8 2次応力低減状況〔Type-2, case-A〕

5. まとめ 超長大斜張吊橋の工期短縮が最も可能な最適架設ステップを選定することができた。また斜吊区間長比は工期、応力・変形特性に影響し、最適架設ステップではフリーケーブル時に主ケーブルの2次応力が許容応力度を超える可能性のあることがわかった。このとき主ケーブルに生じる2次応力をジャッキの揚力を利用して低減する方法は、十分に効果があることを確かめることができた。

参考文献 1) 前田幸雄, 林正, 前田研一: 主ケーブルの2次応力を考慮した吊橋の有限変位解析, 土木学会論文報告集, 第315号, 1981.11. 2) 前田研一, 中村一史, 野村國勝, 成田信之: 超長大斜張吊橋の静的・動的構造特性と経済性, 土木学会論文集, 第707号, 2002.6.