

長大斜張橋の架設段階の地震に対する安全性の検討

早稲田大学 学生会員 ○大橋 亮
早稲田大学 フェロー 清宮 理

1. はじめに 長大斜張橋の架設段階で地震時の検討が若干されているものの工事の安全性に対する評価が十分なされていない。架設中に地震を受けると橋梁本体の耐荷力のみならず、車両、クレーンなどの資機材の移動による落下事故などの危険性があり、また建設作業者の安全も確保する必要がある。ここでは、現在建設中の長大斜張橋を対象に、地震により安全性に関してどの程度の影響を受けるか動的応答計算により検討を行う。

2. 解析モデル 図1に長大斜張橋の計算モデルを示す。この橋梁は斜張橋部の全長は870m、鋼製主塔の高さは100mで

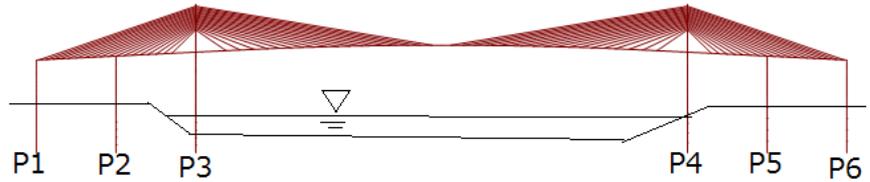


図1 斜張橋解析モデル

橋脚は鉄筋コンクリート製である。総ケーブルは144本(36本×4)である。張り出し工法により桁の架設を行う。主塔P3からの架設段階毎の安全性の検討をするため桁の張出長さを60m,80m,105m,130mおよび150mの5モデルを作成した。図2に105m、図3に150mのモデルの模式図を各々示す。各モデルの一次固有振動数は、桁と主塔の橋軸方で62Hz,1.50Hz,1.37Hz,1.04Hzおよび0.93Hzである。モデルは解析ソフトTDAP-IIIを用いて作成した。主塔と桁は梁要素、ケーブルはトラス要素としてモデル化した。今回下部基礎は下端固定として扱った。

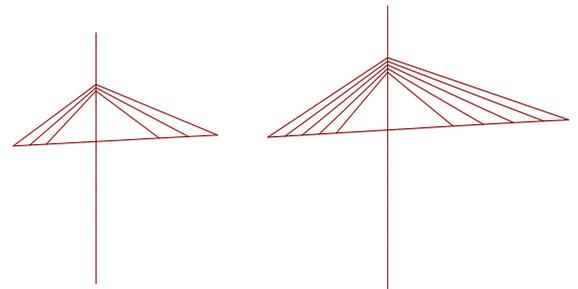


図2 架設段階：解析モデル

図3 架設段階5 解析モデル

3. 解析方法 施工時の地震入力の設定には明確な根拠がない。施工期間を勘案して入力地震動を設定することも可能であるがここではレベル

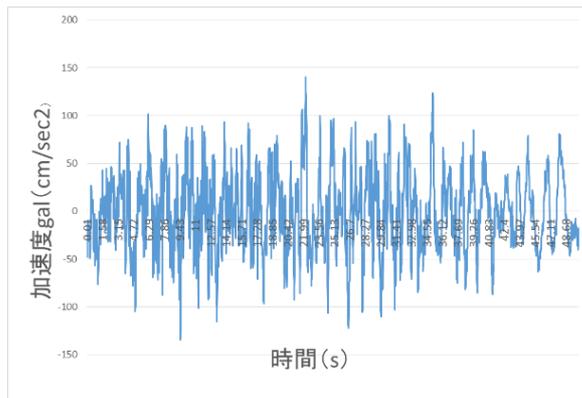


図4 III種地盤レベル1地震動



図5 地震波の卓越周期

1相当の地震動を設定した。用いる地震波を図4に示す。図5はこの地震波の卓越周期を示す。この地震波は道路橋示方書のIII種地盤レベル1地震動であり、最大加速度は140(cm/s²)である。この地震波を橋軸方向に入力して動的解析を行った。また、重機、ワーゲンなど架設時にかかる荷重も考慮した。図6のように桁両先端や、左端と主塔の間に節点集中質量を取り付けた。

キーワード 斜張橋、地震応答、架設時

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学 社会環境工学科 清宮研究室 TEL03-5286-3852

4. 解析結果 図7に架設段階ごとの桁右端での最大の水平加速度を図8に最大の鉛直加速度を示す。水平加速度は施工段階によらず大方 4m/s^2 程度であるが鉛直加速度は、架設段階で大きく異なり、橋梁の固有振動数と入力地震動の卓越振動数が近い 105m 張り出したとき(架設段階3)に 9.72m/s^2 の鉛直加速度が計算された。最大速度と最大変位に関してもほぼ同様な計算結果となった。最大の水平速度は 105m 張り出したとき 0.455m/s で最大鉛直速度は 1.10m/s と大きな値が計算された。次に架設荷重をかけて解析を行った。荷重パターンは、桁の両端に 50tf ずつかける場合(パターン1)と、桁の両端に 50tf ずつかつ主塔と左端の間にさらに 100tf をかける場合(パターン2)の2つを考える。

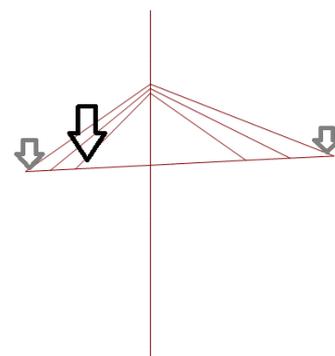


図6 架設荷重

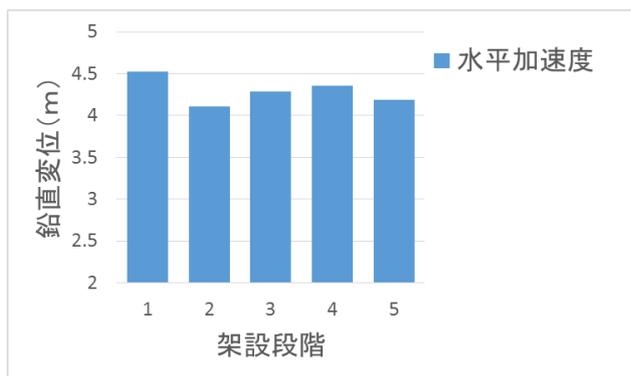


図7 架設段階毎の桁右端水平加速度

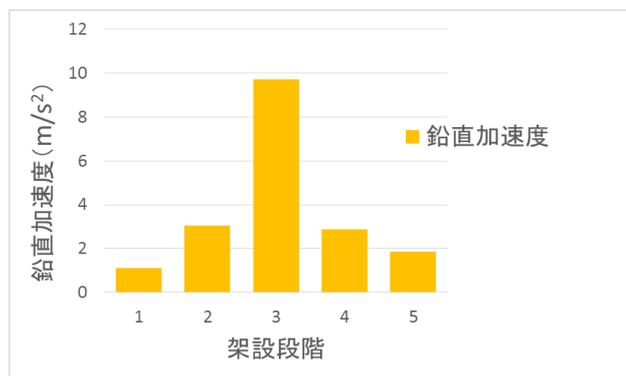


図8 架設段階毎の桁右端鉛直加速度

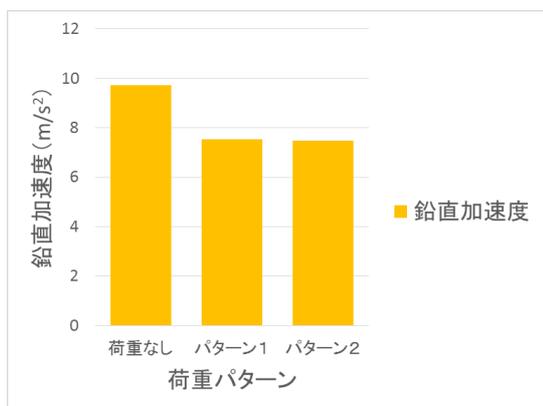


図9 荷重パターンと桁右端鉛直加速度

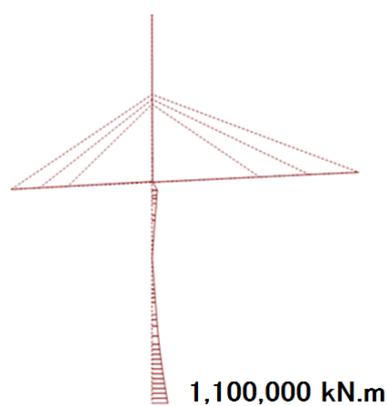


図10 曲げモーメント分布

桁に資機材を載荷したとき橋梁の固有振動数はないときと比較してほとんど変わらなかった。資機材の質量が架設中の振動性状に大きな影響を与えないと考えられる。図9に 105m 張り出したときの桁先端の最大鉛直加速度を示す。質量を追加すると鉛直加速度の最大値は2割程度小さくなった。鉛直速度、鉛直加速度についても1-2割の差が計算された。図10に曲げモーメント分布を示す。施工段階では地震時に大きな曲げモーメントが主塔や桁に計算されなかった。せん断力についても同様に大きな値は計算されず構造体としては施工時に被害を受ける可能性は低いと判断された。

5. まとめ 架設時の斜張橋の動的応答を調べるため、道路橋示方書でのレベル1地震動を用いたが、曲げモーメントやせん断力も耐力を超える値が計算されず構造的には問題がない結果となった。車両やワーゲンの重量による橋梁の桁の振動性状はあまり影響を及ぼさない。しかし桁での加速度、速度はかなり大きな値となり、施工機械、車両などが動いたり転倒したりする可能性があり安全性が危惧される。今後は、橋軸直角方向の検討や、施工時入力地震動の再検討をするなど、さらに安全性を確かめていきたい。