

水平力が作用する鋼 I 桁橋の弾塑性挙動に関する解析的研究

早稲田大学
土木研究所

学生会員
正会員

○北澤 遼
澤田 守

早稲田大学大学院
早稲田大学

学生会員
正会員

太田 佳吾
小野 潔

1. はじめに

近年発生している大型地震に伴い、広範囲にわたって土木構造物の損壊が報告されている。その中でも鋼橋に関しては、主桁部分に座屈損傷の例が報告されている。主桁部分が損傷した場合、供用に大きな影響を与えることから、今後起こり得る巨大地震に対して、主桁部分の損傷を抑えられる橋梁設計が求められている。

また、橋梁用の高性能鋼として SBHS が注目されており、従来の鋼材に比べて降伏点が高く、強度に優れた特徴を有している。

このような背景から本研究では、地震による水平力に抵抗する主桁垂直補剛材に、降伏応力が大きな SBHS を用いることで、主桁部分に生じる損傷を抑えることを目的とし、水平力を作用させた鋼 I 桁橋の弾塑性挙動に着目して解析的研究を行った。

2. 解析概要

本研究の解析には、有限要素法による汎用構造解析システム DIANA¹⁾を用いた。採用した解析モデルは図-1 に示す通りであり、床板部分のコンクリートはソリッド要素、各鋼材はシェル要素、そして接続箇所はインターフェイス要素を使用した。

荷重条件に関して、対象橋が合成桁であることから、最初に桁重量にあたる前死荷重を考慮し、次に床板重量と橋面重量を合わせた後死荷重を考慮したうえで、最後に図-2 のように、支間中央の床板側面に水平方向の強制変位を加えることで水平荷重を考慮した。

拘束条件に関して、Move 側はゴム支承による支持で、橋軸直角方向を固定し、Fix 側についてもゴム支承による支持で、並進及び回転の全方向を固定した。

鋼材の材料特性および応力-ひずみ関係を表-1、図-3 にそれぞれ示す。

3. 解析結果と考察

解析モデルの横構、対傾構、そして垂直補剛材に SM400 を使用した基本ケースと、垂直補剛材の材料を SBHS500 変更したケースの解析を実行した。それぞれ

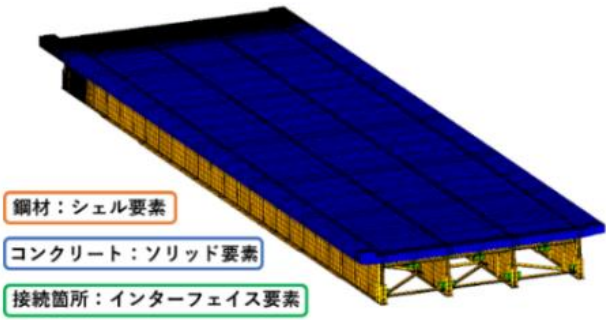


図-1 解析モデル

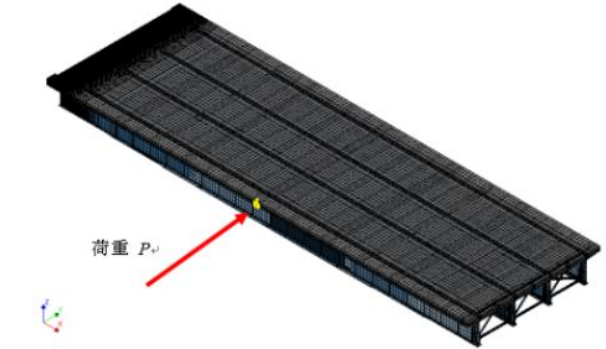


図-2 載荷荷重位置

表-1 鋼材の材料特性

部材	材質	ヤング係数 [N/mm ²]	ポアソン比	降伏点 [N/mm ²]	引張強度 [N/mm ²]
主桁	SM490Y	200000	0.3	355	490
	SM520				520
横桁 対傾構 垂直補剛材	SM400	200000	0.3	235	400
鉄筋	SD295				440

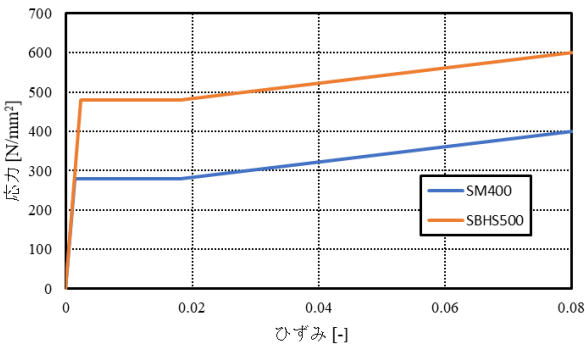


図-3 鋼材の応力-ひずみ関係

の荷重－変位関係を比較したものを図-4に示す。

垂直補剛材を SBHS500 に変更したケースは、変位が 60 mm に達してから基本ケースと比べて荷重－変位関係の傾きが大きく増加していることが確認できる。ここで図-5から、どちらも荷重が 4000 kN に達したときの Fix 側の支承付近での変形コンター図を比較すると、基本ケースと比較して、垂直補剛材を SBHS500 に変更したケースの方が変形は抑えられていることが確認できる。さらに図-6から同じ荷重レベル時の相当塑性ひずみ図を比較すると、基本ケースと比較して、垂直補剛材を SBHS500 に変更したケースの方が支承部分の相当塑性ひずみを大きく抑えられていることが確認できる。以上のことから、垂直補剛材を SBHS500 に変更することで主桁部分に発生する損傷を抑えることができると考えられる。

4. まとめ

本研究では、鋼 I 桁橋における主桁垂直補剛材に高性能鋼である SBHS500 を用いた場合に、水平力に対する耐荷力にどのような影響を与えるのかを調べた。基本ケースで使用した SM400 と比較して、SBHS500 を使用することで、水平力に対して変形や塑性ひずみを相対的に抑え、主桁部分に発生する損傷を抑えられることが確認できた。

5. 謝辞

本研究は、土木研究所、日本鋼構造協会、日本橋梁建設協会、早稲田大学、長岡工業専門学校、本州四国連絡高速道路との共同研究「耐久性向上のための高性能鋼材の道路橋への適用に関する共同研究」の一環で実施したものであり、関係の皆様に感謝します。

参考文献

- 1) JIP テクノサイエンス株式会社:DIANA BASIC COURSE
2022 年。

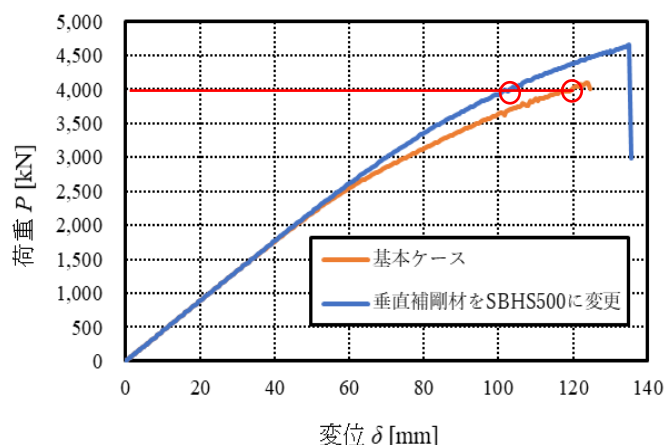
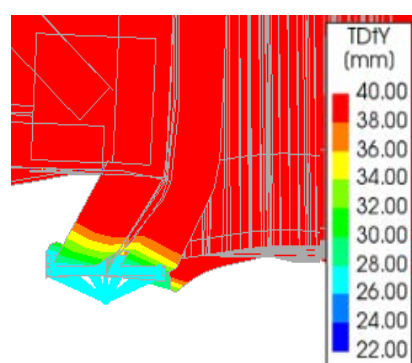
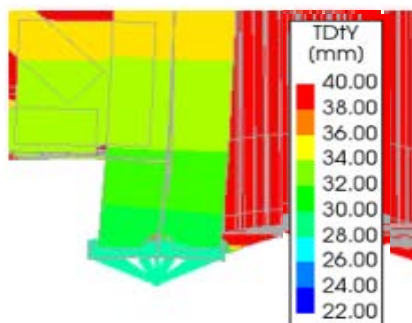


図-4 載荷点荷重－変位関係

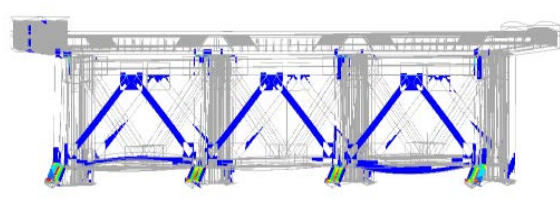


(a) 基本ケース

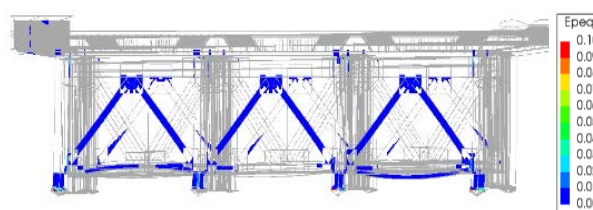


(b) 垂直補剛材:SBHS500

図-5 変形コンター図の比較
(実寸変形, 変形倍率:5 倍)



(a) 基本ケース



(b) 垂直補剛材:SBHS500

図-6 相当塑性ひずみの比較