

既設鋼鈑桁橋の桁理論に基づく簡易劣化診断について

岩手大学工学部 正会員 出戸 秀明
岩手大学工学部 正会員 岩崎 正二
岩手大学工学部 春山 俊仁
岩手大学工学部 ○白川 克幸

1. はじめに

長期間供用されている既設鋼鈑桁橋の主桁の損傷に着目すると、鋼部材では主に腐食損傷が見られ、腐食進行に伴って桁全面あるいは部分的に断面欠損が生ずる場合がある。コンクリート床版部では塩害、中性化、アルカリ骨材反応、活荷重載荷等によるひび割れや剥離などが生じており、この場合も床版の部分的あるいは全面的な剛性低下を引き起こす場合が考えられる。本論文の目的は、支点機能が低下し、水平移動拘束を有する既設鋼鈑桁橋を対象に、劣化・損傷が部分的あるいは全面的に生じた場合の応答変位や応力について主に桁理論や FEM 解析を用いた数値解析結果を比較検討することで、桁理論に基づく劣化診断¹⁾の適用範囲等を、支点機能が正常な橋梁と比較しながら明らかにすることである。

2. FEM 解析と桁理論をによる簡易解析との比較

対象橋梁は単純合成鋼鈑桁橋であり、橋長 28.35m、支間長 27.75m、幅員 5.00m、桁高 1.5m、3 本主桁の二等橋(TL-14)である。本研究では、汎用 FEM 解析ツール ANSYS を用いた静的解析結果²⁾と桁理論を用いた簡易解析結果を比較検討した。床版劣化モデルとしては、鋼主桁のヤング係数 E_s を固定した状態で床版全体のヤング係数 E_c を変える場合を採用し、ヤング係数比 n が 7 から 15 の範囲になるように変化させた。次に鋼主桁劣化モデルとしては、床版のヤング係数 E_c を一定とし、鋼主桁のヤング係数 E_s を正常値に対して 5% から 15% 低下させる場合を取り上げた。図-1 に、床版の部分劣化モデルを示す。

FEM 解析の支承条件は、静的解析及び固有振動数解析ともに表-1 に示すような支点拘束の無い場合(ケース 1)と支点拘束の有る場合(ケース 2、ケース 3)の計 3 種類を考え解析を行った。

3. 解析結果と考察

3-1 固有振動解析

表-2、表-3 にそれぞれ $n(E_c)$ 及び E_s を単独に変化させた場合の曲げ一次固有振動数の比較結果を示す。なお、本例は床版あるいは鋼桁が全面的劣化する場合を取扱っている。それぞれ上段が FEM 解析、下段が簡易解析の結果である。表-2、表-3 どちらの場合も FEM 解析と簡易解析の相対誤差は約 10% 以内となっている。

キーワード 鋼鈑桁橋 桁理論 FEM 解析 劣化診断

連絡先 〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学工学部 建設環境工学科 構造工学研究室

電話番号 019-621-6436

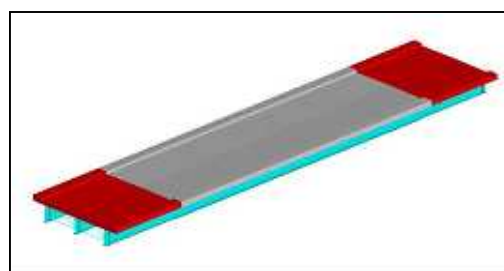


図-1 床版部分劣化モデル

表-1 支承条件

解析ケース	ケース1	ケース2	ケース3
固定側支承	Fix	Fix	Fix
可動側支承	Mov	Mov	Fix
任意荷重	なし	水平支承反力	なし

表-2 $n(E_c)$ 変化時の曲げ一次固有振動数(単位:Hz)

	$n=7$	$n=10.5$	$n=13$	$n=15$
ケース1	3.657 4.029	3.521 3.832	3.442 3.719	3.384 3.639
ケース3	5.996 6.230	5.596 5.718	5.372 5.443	5.213 5.260

表-3 E_s 変化時の曲げ一次固有振動数(単位:Hz)

	低下無し	5%低下	10%低下	15%低下
ケース1	3.521 3.832	3.450 3.766	3.376 3.698	3.299 3.626
ケース3	5.596 5.718	5.506 5.644	5.411 5.567	5.312 5.486

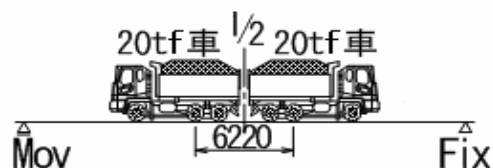


図-2 トラック載荷状況(単位:mm)

3-2 静的解析

静的解析として、図-2 に示す 20tf トラック 2 台を耳桁支間中央に直列載荷した場合を取り上げる。図-3、図-4 及び図-5 は、それぞれ床版全面劣化モデルと主桁全面劣化モデルについて $n(E_c)$ または E_s を変化させた時の中桁支間中央の下フランジ橋軸方向ひずみ解析値と E_s を変化させた時の中桁支間中央のたわみ解析値のグラフである。ケース 1、ケース 2 及びケース 3 の支承条件について簡易解析値(実線)及び FEM 解析(点線)の結果を比較したものである。図-3 より $n(E_c)$ を 7 から 15 まで変化させた場合のひずみの増加率は簡易解析及び FEM 解析結果ともに同様の傾向を示しており、両者の相対誤差は約 6%以内である。また、図-4 より E_s を 15%まで低下させた場合のひずみの増加率も簡易解析及び FEM 解析結果は同様の傾向を示しており、両者の相対誤差は 8%以内となっている。図-5 より E_s を 15%まで低下させた時のたわみにおいても増加率はどちらの解析結果も同様の傾向を示し、両者の相対誤差は約 5%以内である。図-6 は主桁部分劣化モデルについて E_s を変化させた時の中桁支間中央点のたわみ解析値のグラフである。簡易解析値(実線)と FEM 解析値(点線)の比較を、ケース 1、ケース 3 についてのみ示している。図-6 より E_s を 15%まで低下させた時のたわみの増加傾向は、両者とも同様の傾向を示し、その相対誤差はきわめて小さかった。これらのことから、桁理論による簡易解析でも厳密な FEM 解析と比べて、やや誤差はあるものの劣化診断に使用できるものと考えられる。

4. あとがき

本研究で、桁理論を用いた簡易解析が有効な手法だと確認することができた。劣化・損傷の位置や面積を任意に変化させた場合にも対応できるように簡易解析を改良することができるなら、FEM 解析などの複雑な計算や時間を費やさずに劣化診断を行うことが可能であると思われる。

参考文献

- 1)上野大介、岩崎正二、出戸秀明、齋藤翔仁：支点拘束を有する既設鋼鈑桁橋の簡易健全度評価手法の提案、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要、I-25,2007.3
- 2)上野大介、橘芳明、岩崎正二、出戸秀明、春山俊仁：支点拘束を有する既設鋼鈑桁橋の劣化進行に伴う力学性能の変動、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要、I-3, 2008.3

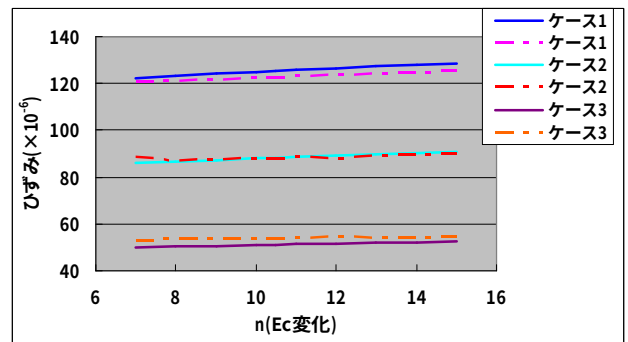


図-3 $n(E_c)$ の変化による床版全面劣化モデルの支間中央ひずみ解析値

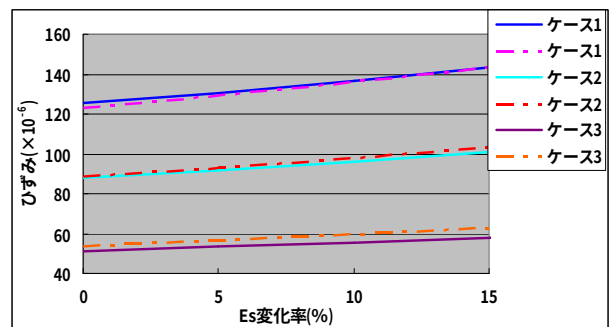


図-4 E_s の変化による主桁全面劣化モデルの支間中央のひずみ解析値

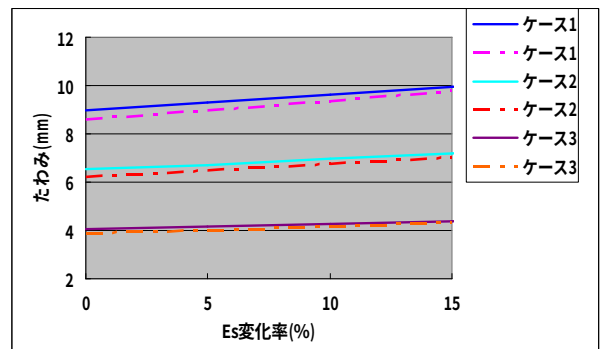


図-5 E_s の変化による主桁全面劣化モデルの支間中央のたわみ解析値

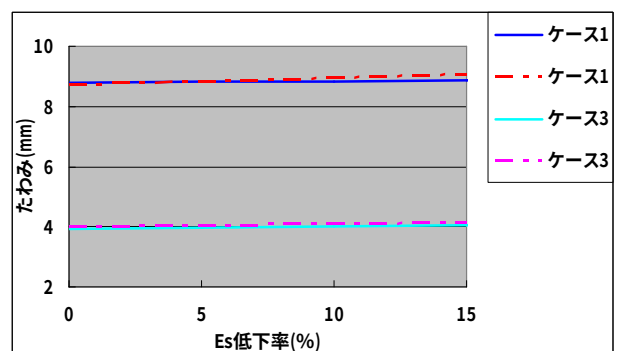


図-6 E_s の変化による主桁部分劣化モデルの支間中央のたわみ解析値