

# 支点拘束を有する既設鋼鈹桁橋の劣化進行に伴う力学性能の変動

岩手大学大学院 学生会員 上野大介  
 東北エンジニアリング(株) 正会員 橘芳明  
 岩手大学工学部 正会員 岩崎正二 出戸秀明  
 岩手大学工学部 ○春山俊仁

## 1. はじめに

長期間供用されている既設鋼鈹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や疲労損傷が見られ、腐食進行に伴い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、支点拘束を有する既設鋼鈹桁橋を対象に、劣化状態を変化させた場合の応答変位、応答ひずみや基本固有振動数について、FEM 解析を用いた数値解析を行い、支点拘束の無い場合の結果と比較しながら劣化進行の力学的性能低下に及ぼす影響を明らかにすることである。

## 2. 対象橋梁と FEM 解析の概要

対象橋梁は単純合成鋼鈹桁橋であり、図-1 に示すように橋長 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 連成解析ツール ANSYS を用いて静的解析及び固有振動解析を行った。対象橋梁は、図-2 に示すように対傾構・横構を Beam 要素、主桁・補剛材を Shell 要素、床版を Solid 要素を用いて 3 次元でモデル化した。要素数は 12332 要素、節点数は 14365 点である。

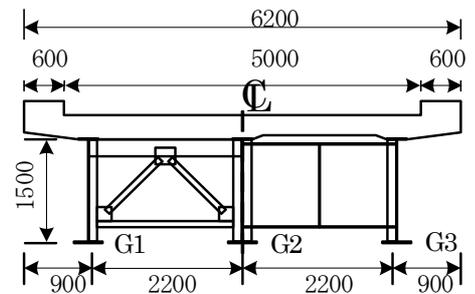


図-1 対象橋梁概要(単位:mm)

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。

FEM 解析の支承条件は、静的解析および固有振動解析ともに表-1 に示すような支点拘束のある場合(ケース 1、ケース 3)と無い場合(ケース 2) の計 3 種類考えた。

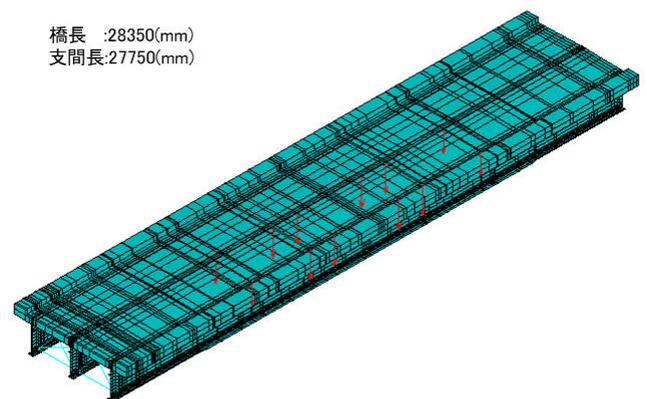


図-2 FEM 解析モデル

## 3. 劣化モデルの解析結果と考察

### 3.1 固有振動解析

表-2、表-3 に、それぞれ  $n(E_c)$  または  $E_s$  を変化させた時の解析ケース 1 と解析ケース 2 の曲げ一次固有振動数の変化を示す。表-2 の床版劣化モデルでは  $n$  を 7 から 15 まで変化させた時の曲げ一次固有振動数の減少率は、ケース 1 では 13%、ケース 2 では 7.5

表-1 FEM 解析支承条件

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	Fix	Mov	Mov
任意荷重	なし	なし	水平支承反力

表-2  $n(E_c)$ による曲げ一次固有振動数の変化(単位:Hz)

	$n=7$	$n=10.5$	$n=13$	$n=15$
ケース1	5.9958	5.5955	5.3721	5.2130
ケース2	3.6570	3.5211	3.4420	3.3837

%となる。表-3の主桁劣化モデルではEsを15%低下させた時の曲げ一次固有振動数の減少率は、ケース1では5%、ケース2では6%となった。床版劣化モデルではケース1とケース2の減少率に大きな差があったのに対して、主桁劣化モデルの減少率は同程度となっている。

### 3.2 静的解析

静的解析として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はそれぞれ床版劣化モデルと主桁劣化モデルについてn(Ec)またはEsを変化させた時の耳桁下フランジの橋軸方向ひずみ解析値のグラフである。支間1/2点(実線)および支間1/16点(点線)におけるケース1、ケース2及びケース3についての結果を示している。図-3よりn(Ec)を7から15まで変化させた時のひずみの増加率は、支承条件や着目点によらず2%から6%程度であり、床版剛性の低下に対する下フランジのひずみ応答感度は非常に低い結果となっている。図-4の主桁劣化モデルでは、Esを正常値から15%低下させた時のひずみの増加率は全てのケースにおいて16%程度となり、床版劣化モデルより感度は高いようである。

図-5、図-6は、それぞれ床版劣化モデルと主桁劣化モデルについてn(Ec)またはEsを変化させた時の耳桁下フランジ支間中央点のたわみ解析値のグラフである。図-5よりn(Ec)を7から15まで変化させた時のたわみの増加率は、支承条件にかかわらず20~30%であり、ひずみの応答感度に比べて非常に高い応答感度を示している。また、図-6の主桁劣化モデルにおいても、Esを15%低下させたときのたわみの増加率は全て12%程度となり、高い応答感度を示している。

著者らは、昨年度の報告<sup>1)</sup>において支点拘束を有する既設鋼鉄桁橋に対して、簡易計測より求めた基本固有振動数と実測ひずみを用いる劣化診断手法を提案しているが、本論文の成果はこの提案手法の劣化診断基準に対して有力な情報を与えるものである。

【謝辞】本研究は、平成19年度科学研究費補助金(基盤(C)、代表：岩崎正二)から援助を受けました。ここに謝意を表します。

#### 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鉄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

表-3 Esによる曲げ一次固有振動数の変化(単位:Hz)

	低下無し	5%低下	10%低下	15%低下
ケース1	5.5955	5.5055	5.4110	5.3115
ケース2	3.5211	3.4498	3.3758	3.2988

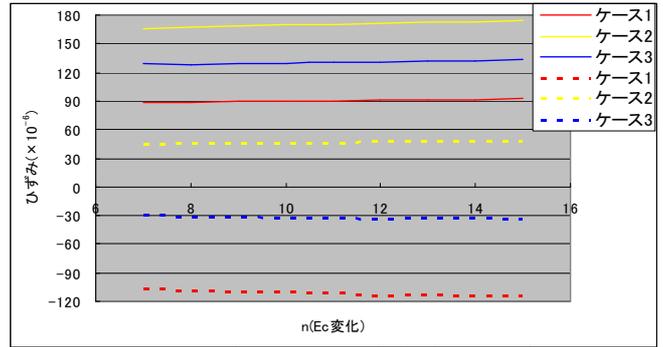


図-3 n の変化による床版劣化モデルの下フランジひずみ解析値

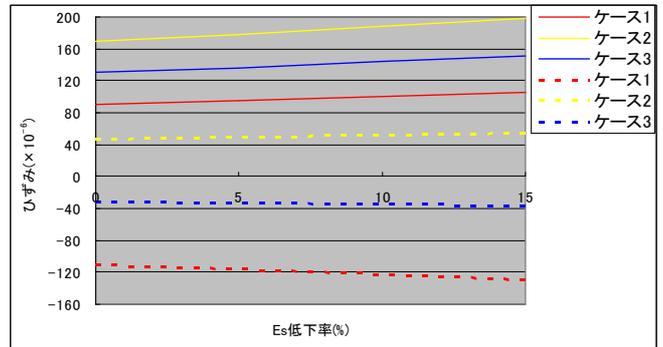


図-4 Es の変化による主桁劣化モデルの下フランジひずみ解析値

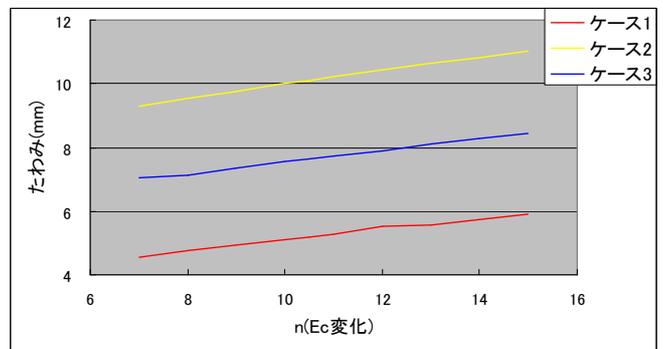


図-5 n の変化による床版劣化モデルの下フランジたわみ解析値

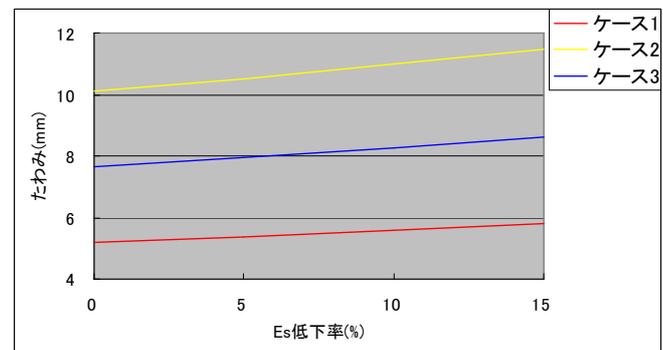


図-6 Es の変化による主桁劣化モデルの下フランジたわみ解析値