

衝撃応答たわみを用いた単純鋼鈷桁橋 RC 床版の健全度評価

岩手大学大学院工学研究科 学生会員 ○宍戸 洋貴
 岩手大学工学部 正会員 岩崎 正二
 岩手大学工学部 正会員 出戸 秀明
 岩手大学工学部 正会員 大西 弘志
 (株)福山コンサルタント 正会員 宮村 正樹

1. はじめに

積雪寒冷地の道路橋鉄筋コンクリート床版（以下、RC 床版）の損傷は、床版下面の疲労損傷に加えて床版上面コンクリートの砂利化などが同時に進行し、床版全面打ち替えに至る事例が多く認められる。道路橋の健全度調査の中に、橋面上に重錘や砂袋を落下させて衝撃振動のたわみ波形を計測し劣化診断を行う方法がある。本論文では、それらの衝撃振動試験を想定して、劣化した RC 床版を有する単純鋼鈷桁橋を三層板帯板要素などでモデル化し、モード解析法を用いて衝撃応答解析を行う。本手法を用いてたわみ波形の変化から RC 床版の健全度を評価できるか検討する。

2. 解析モデルと解析条件

解析理論は参考文献 1) に記述があり、本論文では紙面の都合で省略する。単純鋼鈷桁橋（橋長 18.24m、支間長 17.84m、全幅員 6.60m、桁高 1.00m）を、図-1 に示すように鋼鈷を一層板要素、劣化部分と健全部分に分けられる RC 床版を二層板要素、主桁上は三層板要素によりモデル化する。RC 床版上に集中衝撃力 P (SIN 波) を鉛直方向に与えて、着目点の動的たわみ波形を求める。まず、図-1 に示すように床版上部の劣化を想定し、二層目のヤング係数 E_2 を一定とし、一層目のヤング係数 E_1 を全面的に低下 ($E_1/E_2=1.0, 0.5, 0.0$) させ計算を行った。また、打撃波形の違いによるたわみ波形の変化を検討するため、図-2 に示すように衝撃継続時間 f_t と衝撃力の最大値 P を変化させて計算を行った。数値計算に用いた値は以下の通りである。

$$E_2=3.0 \times 10^6 \text{ kN/m}^2, E_3=2.1 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$$

$$v_1, v_2=0.167, v_3=0.3$$

$$\rho_1, \rho_2=2.448 \text{ kN} \cdot \text{sec}^2/\text{m}^4, \rho_3=8.010 \text{ kN} \cdot \text{sec}^2/\text{m}^4$$

$$h_1=0.05\text{m}, h_2=0.13\text{m}, h_3=0.01\text{m}, h_r=0.01$$

E_3, v_3, ρ_3, h_3 はそれぞれ鋼鈷のヤング係数, ポアソン比, 単位体積質量, 上フランジ厚, h_r は減衰定数を表す。

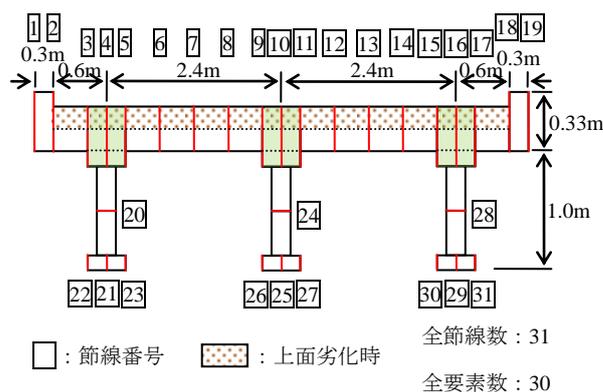


図-1 解析モデル断面図

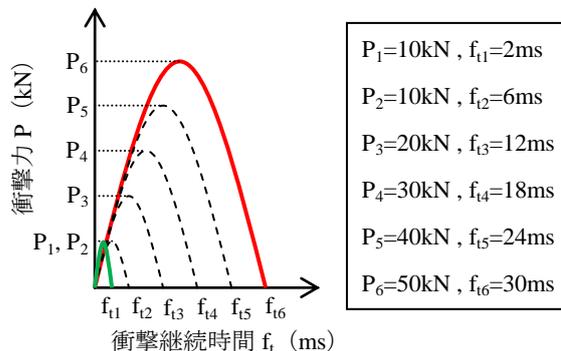


図-2 衝撃継続時間及び衝撃力の組み合わせ

3. 解析結果と考察

単純鋼鈷桁橋の RC 床版上部の劣化が進展する場合を想定し、図-1 に示す節線 7 の支間中央に図-2 の実線で示す 2 種類の衝撃力 P_1, P_6 を与えて計算を行った。なお、これらの打撃波形は実際の衝撃振動試験での測定例を基に仮定している。²⁾ 図-3 に衝撃点での床版のみの動的たわみ波形を示す。このたわみは節線 7 のたわみから主桁のたわみ成分を除去して求めている。床版上面の劣化が進展するとたわみは増加することが確認できる。また、健全時、劣化時ともに波形の第一波が大きく現れており、それ以降は徐々に減少している。

キーワード：三層板有限帯板法 衝撃応答解析 RC 床版 劣化診断

連絡先：岩手大学工学部 社会環境工学科 〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5 TEL./FAX.019-621-6436

従って、衝撃応答たわみを用いた RC 床版の健全度評価では、床版のたわみ波形の第一波に着目し、健全時と劣化時を比較する。本研究では図-4 に示すように図-3 の波形の第一波を取り出したものを用いて比較検討を行う。劣化するとたわみは増加するものの、健全時、劣化時ともに波形は似たような形をなしている。

また、図-4 (b) では波形のピークが 1 つであるのに対して、図-4 (a) では 2 つ現れているのが認められる。

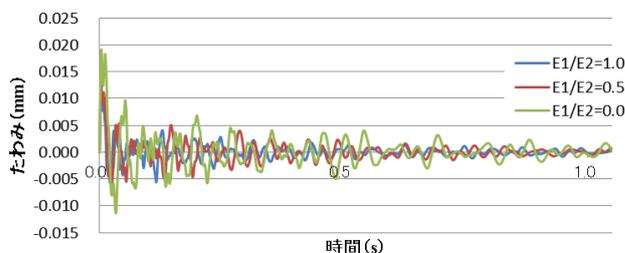
このような打撃波形の違いについて原因を検討するため、図-2 の破線で示すように打撃波形をいくつか変化させて計算を行った。図-5 はその結果であり、床版のみのたわみ波形 (緑)、桁のみのたわみ波形 (赤)、床版と桁を両方合わせたたわみ波形 (青) を示している。なお紙面の都合で、衝撃継続時間 12ms, 18ms, 24ms の場合は省略する。図-5 (c) の場合では波形が滑らかであるのに対して、図-5 (a) では床版と桁がそれぞれ細かく波打つ現象が見られる。これによって図-4 (a) のように波形の第一波の中にピークが 2 つ現れるようである。同様に、図-5 (b) の衝撃継続時間が 6ms の場合にも、床版と桁にこのような現象が見られ、衝撃継続時間が 12ms 以上の打撃波形の場合には見られなかった。衝撃継続時間がたわみ波形の形状に大きく影響することがわかった。

4. まとめ

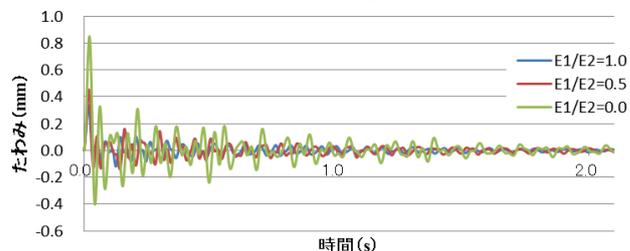
本研究により実橋 RC 床版の健全度評価は、衝撃応答たわみの第一波に着目することが有効であることが確認できた。また、衝撃継続時間がたわみ波形に大きく影響するため、衝撃振動試験を実施する前に、本手法を用いて様々な条件で解析を行うことにより、適切な衝撃継続時間、衝撃力を推定することが可能である。

参考文献

- 1) 宮村正樹, 岩崎正二, 出戸秀明, 大西弘志, 宍戸洋貴: 劣化した道路橋 RC 床版の衝撃応答解析に関する一考察, 鋼構造年次論文報告集, Vol.20, pp.377-382, 2012.11
- 2) 関口幹夫, 佐々木俊平: IIS による各種床版の健全度の評価, 平成 19 年東京都土木技術センター年報, pp.229-240, 2007

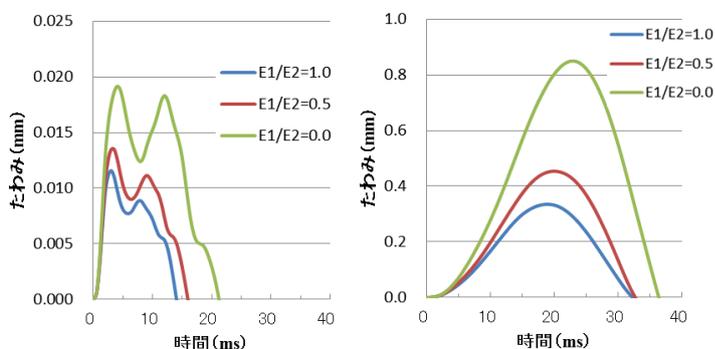


(a) $P_1=10\text{kN}$, $f_{t1}=2\text{ms}$ の場合



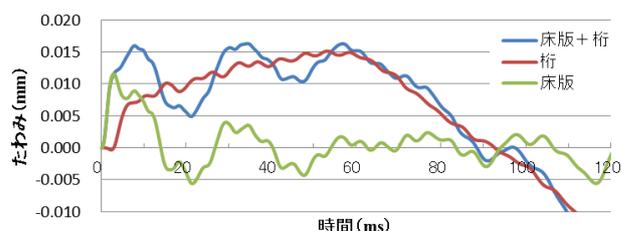
(b) $P_6=50\text{kN}$, $f_{t6}=30\text{ms}$ の場合

図-3 一層目のヤング係数の変化によるたわみ波形(床版のみ)の比較

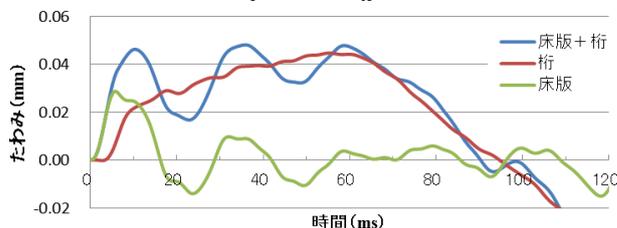


(a) $P_1=10\text{kN}$, $f_{t1}=2\text{ms}$ の場合 (b) $P_6=50\text{kN}$, $f_{t6}=30\text{ms}$ の場合

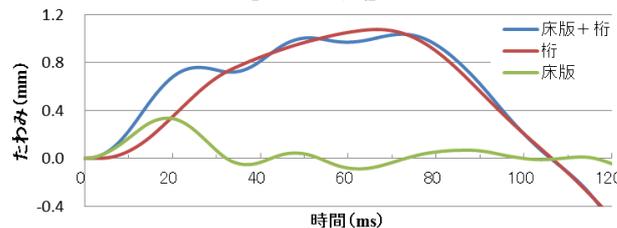
図-4 一層目のヤング係数の変化による第一波たわみ波形(床版のみ)の比較



(a) $P_1=10\text{kN}$, $f_{t1}=2\text{ms}$ の場合



(b) $P_2=10\text{kN}$, $f_{t2}=6\text{ms}$ の場合



(c) $P_6=50\text{kN}$, $f_{t6}=30\text{ms}$ の場合

図-5 打撃波形によるたわみ波形の比較