

大型車両に対する道路橋 RC 床版のひずみ計測と挙動評価

早稲田大学 学生員 ○野城 翔也
 早稲田大学 正会員 佐藤 靖彦
 株式会社 KSK 正会員 山下 英俊
 株式会社 KSK 正会員 高岡 満

1. はじめに

2030年代には供用期間が55年以上の橋梁の数が26万橋となり、全体の65%を占めるといわれており、橋梁の維持管理の重要性は増している。道路橋における床版の役割は最も重要な交通荷重を直接支持する構造要素であり、また橋梁部材の中でも最も損傷が著しい部材でもある。土木学会の道路橋床版の維持管理マニュアルによると、床版の評価は定性的評価による区分分けがなされており、定量的データのみによる評価は困難である。このような背景から本研究では、床版が大型の車両に対してどのような挙動を示すかを調べ、床版の状態から床版の損傷度の定量的評価に向けた基礎的知見を得る。

2. 現場計測

実際に大型車両が通行する高速道路橋 RC 床版の挙動の計測モニタリングを行った。千歳川大橋は北海道江別市の道央自動車道（江別西 IC～江別東 IC 間）で千歳川と交差していて、橋長965.9m、幅員10.25mである。供用年月は昭和58年11月で、供用後35年経過している。FBG センサを使用して、北海道江別市にある千歳川大橋の床版に生じるひずみ計測を行った。第14径間と第29径間の中央床版(床版Ⅰ、Ⅱとする)下面にセンサ長1000mmのFBGセンサを橋軸方向、橋軸直角方向、斜め方向に設置した(図1参照)。

3. 有限要素解析

現場計測を行なった千歳川大橋の床版と主桁を三次元にモデル化した非線形有限要素解析を行なった。使用したコードは、DIANAである。RC床版と主桁の双方をモデル化した場合(図2)とRC床版のみをモデル化した場合の二つのケースを用意した。いずれの場合にも車両が一台走行車線上に位置するよう載荷した。

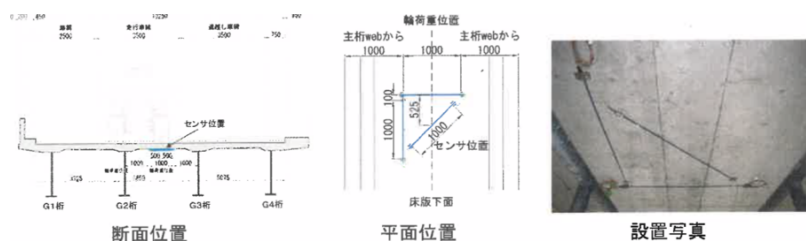


図1 FBG センサ設置状況

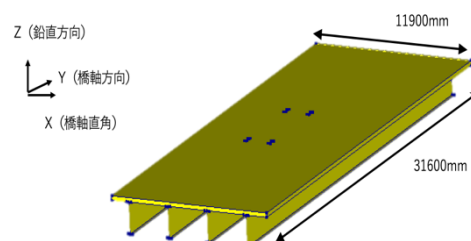


図2 桁と床版を有する解析モデル

4. 結果と考察

4.1 FBG センサによる結果

FBG センサから得られた3方向のひずみから主ひずみとせん断ひずみを算出した。計測中に床版Ⅰ、Ⅱに生じたひずみの大きさの割合を表1に示す。橋軸方向、橋軸直角方向のひずみは二つの床版で大きな違いはみられなかったが、斜め方向ひずみは床版Ⅱの方が大きい。主ひずみの大きさの違いは斜め方向の値が影響していると考えられる。二つの床版に生じたひずみとひび割れ密度の関係を図3に示す。橋軸方向と橋軸直角方向とひび割れ密度に相関はみられず、主ひずみ、斜めひずみ、せん断ひずみとひび割れ密度とは相関の傾きが大きかった。

キーワード ひずみ, RC 床版, FBG センサ, FEM 解析

表 1 ひずみの大きさの割合

ひずみ(μ)	主ひずみ(%)		橋軸直角(%)		橋軸(%)		斜め(%)	
	床版 I	床版 II	床版 I	床版 II	床版 I	床版 II	床版 I	床版 II
0~10	20.64%	0.04%	99.71%	98.50%	99.96%	99.93%	82.42%	22.59%
10~20	78.81%	98.85%	0.27%	1.42%	0.04%	0.07%	17.57%	77.30%
20~30	0.53%	1.02%	0.02%	0.07%	0.00%	0.00%	0.01%	0.08%
30~40	0.02%	0.05%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%
40~50	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
50~60	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

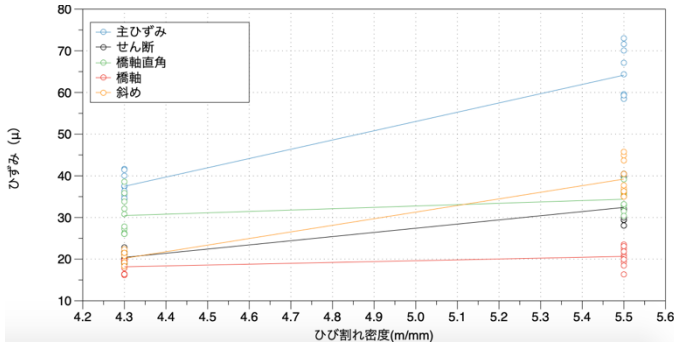


図 3 ひび割れ密度とひずみの関係

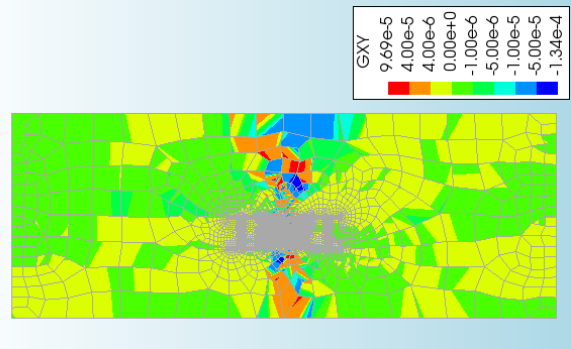


図 4 解析で得られたせん断ひずみ

4.2 有限要素解析

有限要素解析によって得られた床版に生じたひずみを図 4 に示す. 図 5 に主桁の有無によって床版に生じたたわみを示す. 荷重が 100kN 付近まででは主桁がない床版の方に生じるたわみ量は小さいが大型の車両を想定した荷重では主桁がなければひび割れの発生により剛性が急激に低下し計算が終了した.

総重量と FEM 解析によって得られた各荷重での主ひずみの最大値と FBG センサから得られた主ひずみの値を図 6 に示す. 解析で得られたひずみの値のうち, 車両総重量が 171kN から 244kN の範囲の値が, 実際に FBG センサの計測から得られた主ひずみの値である図の赤い部分の範囲内にある.

5. まとめ

FBG センサによって計測したひずみから主ひずみ, せん断ひずみ, 斜めひずみとひび割れ密度との関係性を見出し, そのひずみの大きさは有限要素解析によって概ね制限できた.

参考文献

- 1) コンクリート構造物が受ける力学・環境作用と損傷度の実態調査研究委員会報告書, 日本コンクリート工学会北海道支部, 2019
- 2) 道路橋床版の維持管理マニュアル 2016, 土木学会, 2016

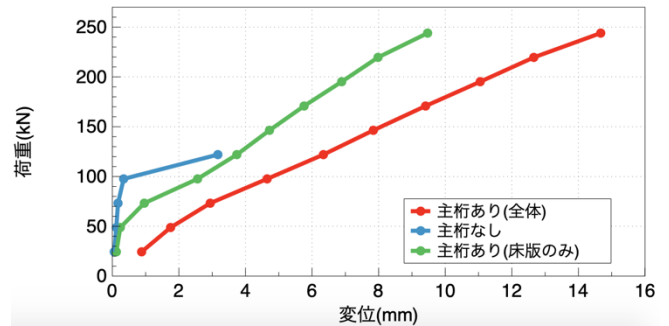


図 5 解析で得られた荷重と変位との関係

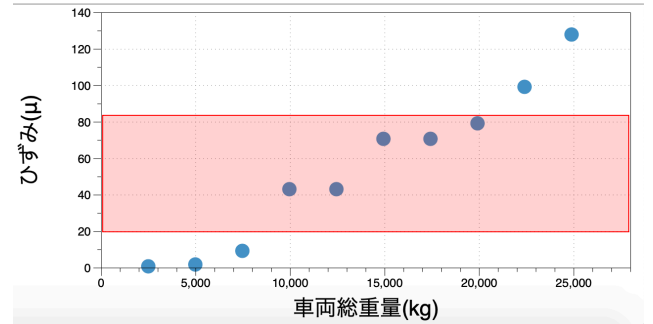


図 6 解析と実験のひずみの比較