

被災した鋼鉄桁橋の発生ひずみによる安全性評価 (その1)

オムロン ソーシャルソリューションズ (株) 正会員 ○樋上智彦 正会員 高瀬和男
 西日本高速道路エンジニアリング九州 (株) 正会員 藤岡靖 田端一雅
 西日本高速道路 (株) 正会員 西山晶造 正会員 工藤昌生

1. はじめに

平成 28 年熊本地震により、鋼鉄桁橋の主桁が支承から脱落し変形が生じるなどの大規模な損傷が発生し、復旧に多大な時間を要することとなった。一方で、高速道路の早期復旧は社会的要請であったことから、被災橋梁の応急復旧状態での車両通行の可否についての安全性評価を行うこととした。

ここでは、20 t 散水車を試験車両とした走行試験によって、活荷重による桁ひずみを計測することにより、車両の走行台数、重量及び走行速度などについて被災した鋼鉄桁橋の安全性を評価した結果を報告する。

2. 既設桁計測位置および計測機器

既設桁のひずみ計測位置は、図-1 に示す鋼 3 径間連続鉄桁の側径間中央 G3 桁下フランジ下面とした。計測機器の設置状況を写真-1 に示す。桁ひずみは静的ひずみを箔ひずみゲージで計測し、動的ひずみはピエゾ式ひずみ計で行った。ピエゾ式ひずみ計は、計測体に作用するひずみの変化により自己発電を行い、その電荷量とひずみ値が線形的に変化することから開発された機器である¹⁾。その特徴は、自己発電のためひずみ計測時の消費電力を少なくすることができること、材料的に安定をしているため耐久性に優れていることから、目的に掲げたような活荷重の長期的な計測、また補修工事が 1 年近く長期におよぶような計測に適していると考えられる。しかし、ピエゾ式ひずみ計は、電荷が発生しない静的なひずみの計測ができないため、上記に示すように箔ひずみゲージを配置して静的ひずみを計測した。

3. 試験車両を用いた走行試験

試験車両を写真-2 に示す。また、試験車両の車両寸法および軸重を表-1 に示す。載荷ケースは、基本となる 1 台および 2 台の静的載荷 (図-2)、および今後の橋梁の走行パターンを考慮し、1 台~4 台までの動的載荷

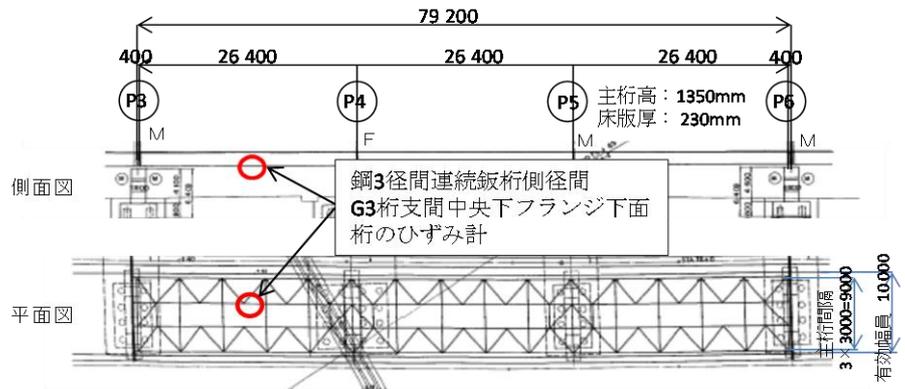


図-1 既設桁一般図および桁ひずみ計測位置



写真-1 機器設置写真



写真-2 試験車両 (散水車)

表-1 車両寸法および軸重

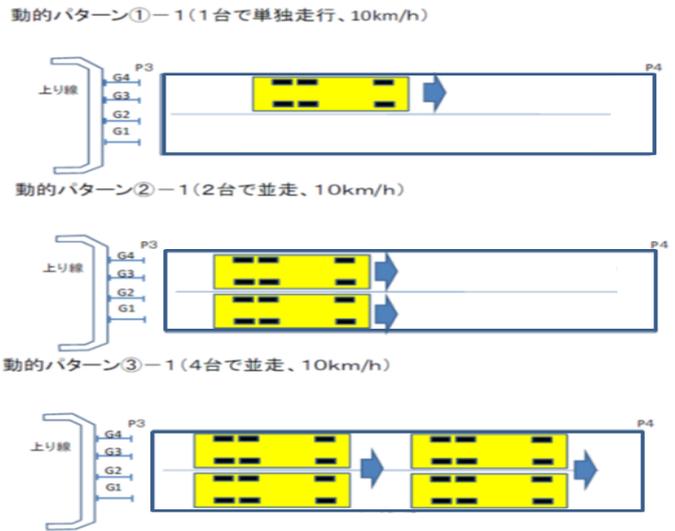
項目	数値
前後輪間隔	4m
左右輪間隔	1.75m
前輪重量	2t
後輪重量	8t
総重量	20t



図-2 静的荷重パターン図

表-2 荷重ケースおよびひずみ計測値

ケースNO	G3桁支間中央 静的ひずみ	G3桁支間中央 動的ひずみ
静的①-1	支点上載荷: G3-G4: 1台	13
静的①-2	支間中央載荷: G3-G4: 1台	71
静的②-1	支点上載荷: G1~G4: 2台	29
静的②-2	支間中央載荷: G1~G4: 2台	115
動的①-1	走行車線: G3-G4、1台、方向: P3⇒P4、速度: 30km/h	89
動的①-2	走行車線: G3-G4、1台、方向: P3⇒P4、速度: 20km/h	71
動的②-1	走行車線: G1~G4、2台並走、方向: P3⇒P4、速度: 30km/h	115
動的②-2	走行車線: G1~G4、2台並走、方向: P3⇒P4、速度: 20km/h	115
動的③-1	走行車線: G1~G4、4台並走、方向: P3⇒P4、速度: 30km/h	129
動的③-2	走行車線: G1~G4、4台並走、方向: P3⇒P4、速度: 20km/h	85
動的④-1	走行車線: G1~G4、2台並走、方向: P3⇒P4、速度: 40km/h	141



動的パターン④はパターン②の走行速度を 40km/h とした場合

図-3 動的荷重パターン図

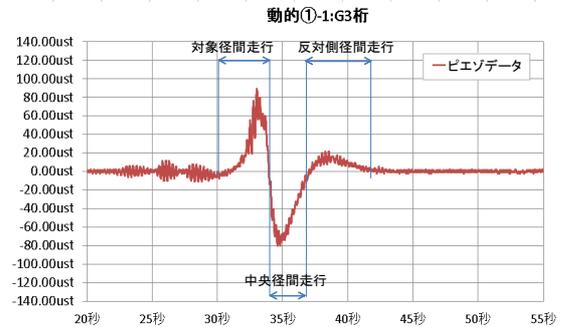


図-4 動的ひずみ計測例

(図-3) を行った. 表-2 に荷重ケース, ひずみ計測結果, また, 図-4 に動的ひずみの計測例を示す. 動的ひずみは 200Hz にて計測を行った. 図-4 に示すようにひずみゲージを取り付けた径間を走行した場合や隣接径間を走行した状況が明確に把握することができる. 静的①-2 のケースと動的①-1, ①-2 は多少計測に差があった. その要因としては, 動的荷重の走行位置と静的荷重の位置が必ずしも一致しなかった点が挙げられる. そのため, 静的ひずみを正値として動的ひずみは係数補正を行った.

表-3 設計計算による計測ひずみの妥当性検討

静的荷重ケース	支間中央1台載荷		支間中央2台載荷	
	設計値 μ	計測値 μ	設計値 μ	計測値 μ
G-3	76	70.6	127	115

4. 計測値の妥当性の確認

計測値の妥当性については, 平面格子解析において確認を行った. 平面格子解析において, 桁ひずみ計測位置の断面力を算出し, 床版を考慮した合成断面で下フランジのひずみを算出した. その結果, 表-3 に示すように計測値と同等な設計値を算出したために, 本計測値を基本として動的計測を行うこととした.

5. まとめ

主な計測結果は次の通りである. ①20t 車 1 台載荷の場合は, 70 μ 程度. ②20t 車 2 台載荷の場合は, 110 μ 程度. ③本橋梁は 20km/h 規制の運用としたが, 40km/h で両方向載荷の場合でも動的ひずみは最大 140 μ 程度であると予測した.

設計計算による健全な状態での発生ひずみ (応力状態) が 1 台載荷で 76 μ , 2 台載荷で 127 μ であることを勘案し, 被災橋梁の応急復旧状態での車両通行の可否についての判断材料とすることができた.

参考文献

1) 樋上智彦, 西田秀志, 宮木理恵, 佐々木栄一, ジョージヴウルペ: 橋梁モニタリング向け低消費ピエゾ式ひずみ計の開発, 土木学会第 70 回年次学術講演会 I-441, pp. 821-822, 2015.9