

道路橋支承の挙動測定に与える載荷方法の影響について

The Influence of Loading Methods on the Behavior Measurement of Road Bridge Bearings

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 ○正員 佐藤 京 (Takashi Sato)
 (国研) 土木研究所寒地土木研究所 正員 寺澤貴裕 (Takahiro Terasawa)
 (国研) 土木研究所寒地土木研究所 正員 畠山 乃 (Osamu Hatakeyama)

1. はじめに

橋梁定期点検要領¹⁾において、支承の取り扱いには主要部材に区分されていない。しかしながら、支承の機能低下が鋼製鉄桁橋におけるソールプレート接合部の疲労亀裂の要因であると文献²⁾に指摘されているように、構造物の安全性に与える影響を鑑みると橋梁の健全性を診断する上で主要な部材となり得る。このことから、点検にあたっては注意を要する部材である。

支承は、死荷重や活荷重の鉛直方向の荷重や地震時の水平荷重を下部構造に伝達する機能のほか、桁の伸縮やたわみ等により生じる水平移動や回転といった桁挙動に対する追随機能が求められる。定期点検では、これらの機能低下について、目視により行うこととしているが、ピン支承のピンが脱落するという明確な損傷が生じない限り、可動部の腐食等から間接的に判断するなど、点検者の技術に委ねられている。機能障害に至る状況について、定量的に評価を行うことが出来れば、支承の維持管理の合理化が図られると考える。

そこで、機能低下を評価する手法として、活荷重を利用した支承挙動の簡易測定について検討を行っている。本論文では、実橋梁を対象にダンプトラックを用いて、停止時と走行時における鉛直変位を測定し、その結果か

ら回転角相当値を求め、載荷条件による違いについて報告する。

2. 計測概要

計測対象は、図-1に示す一般国道44号温根沼大橋の4径間連続鉄桁部P1橋脚-P2橋脚間のG4桁に設置されている免震支承（鉛プラグ入り積層ゴム支承（LRB））である。

対象とした支承の回転および水平移動を把握するため、支承部の水平変位2点、鉛直変位2点、支承近傍の桁の鉛直変位1点に加え、支間中央部の鉛直変位1点を計測し、収録は10Hzサンプリングとした。また、桁温度や外気温も測定している。表-1に計測チャンネル一覧表を示す。測定機器配置は、図-2、図-3と図-4に示す通りであり、支承を対象とした測定は、橋軸方向を軸として対象配置となるようにG3桁側とG5桁側の2ヶ所で行った。なお、異なる2つの支承において変位計配置が支間中央を軸として対称配置になっていないのは、耐震対策工事により設置された変位制限装置等の影響による。

載荷重は、総重量22.82tfのダンプトラック1台を図-5に示す位置で停止することにより載荷した。また、停止させた位置を通過するように40km/hの速度でダンブ

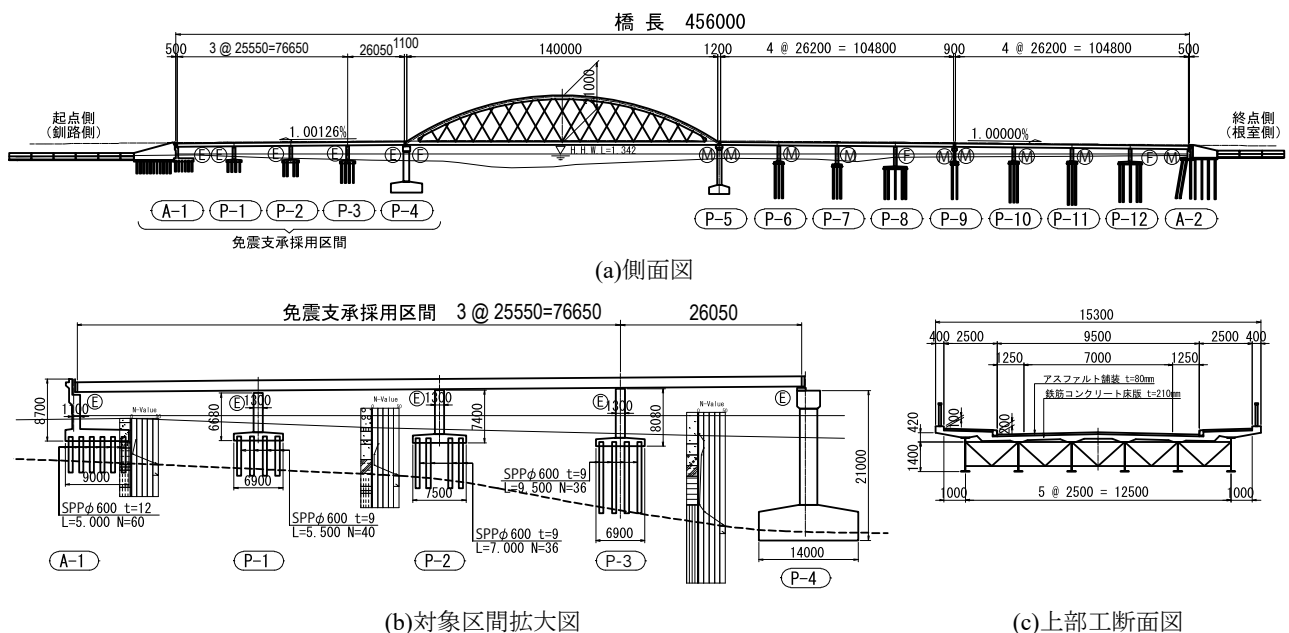


図-1 温根沼大橋一般図

表-1 計測チャンネル一覧

チャンネル名	計測項目	方向等	対象物	位置1	位置2
DH-P2B-1	変位	水平	支承	P2	G5側
DH-P2B-2	変位	水平	支承	P2	G3側
DH-P1B-1	変位	水平	支承	P1	G5側
DH-P1B-2	変位	水平	支承	P1	G3側
DV-P2B-1	変位	鉛直	支承	P2	G5側
DV-P2B-2	変位	鉛直	支承	P2	G3側
DV-P1B-1	変位	鉛直	支承	P1	G5側
DV-P1B-2	変位	鉛直	支承	P1	G3側
DV-G4-1	変位	鉛直	桁	G4	P2近傍
DV-G4-2	変位	鉛直	桁	G4	P1近傍
DV-G4-3	変位	鉛直	桁	G4	P2P1中央部
T-G4-1	温度	-	桁	G4	P2近傍
T-G4-2	温度	-	桁	G4	P1近傍
T-0-1	温度	-	外気		P2G4近傍
T-0-2	温度	-	外気		P1G4近傍
T-0-3	温度	-	外気		橋梁近傍

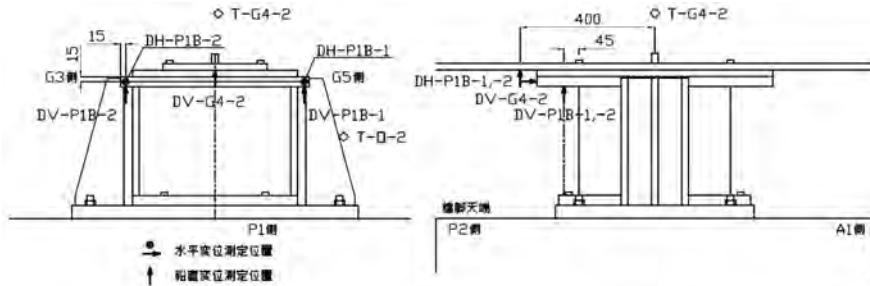


図-2 測定機器配置 (P-1 支承部)

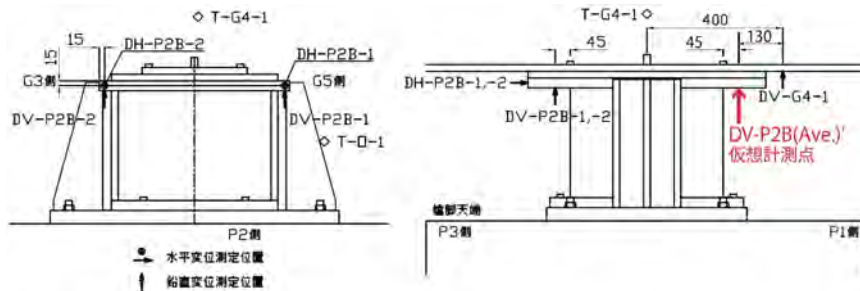


図-3 測定機器配置 (P-2 支承部)

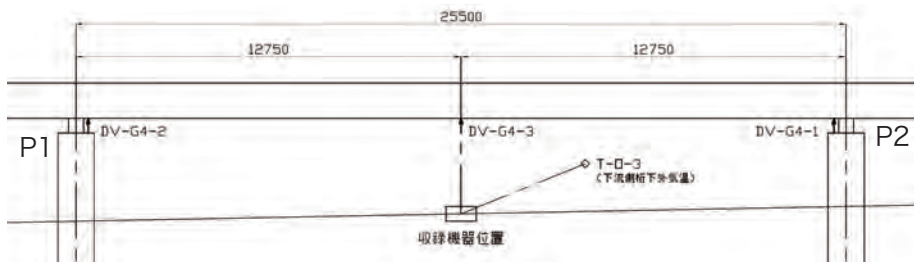


図-4 測定機器配置 (P1-P2 支間中央)

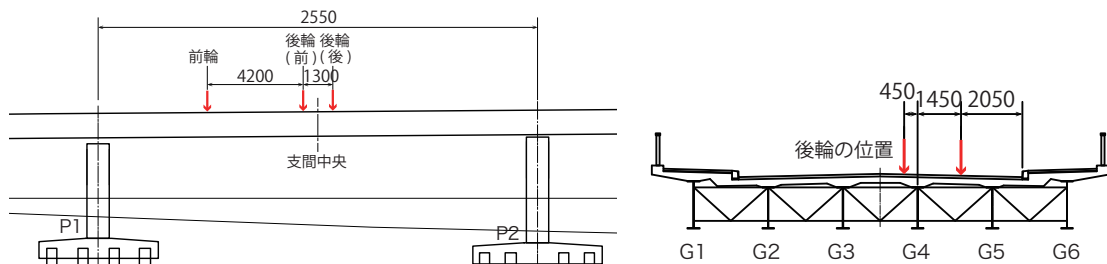


図-5 ダンプトラック載荷位置

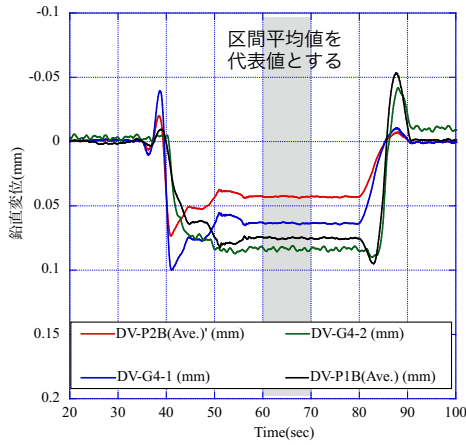


図-6 静載荷試験の計測値の一例（桁鉛直変位）

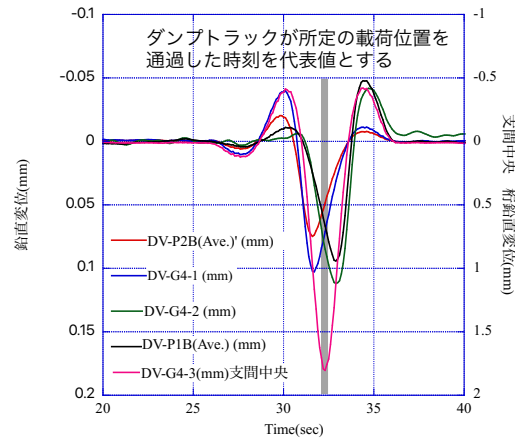


図-7 動載荷試験の計測値の一例（桁鉛直変位）

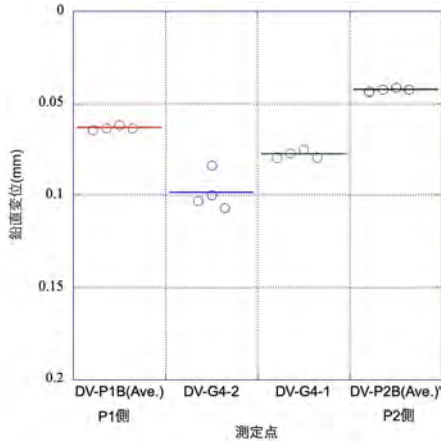


図-8 静載荷による鉛直変位

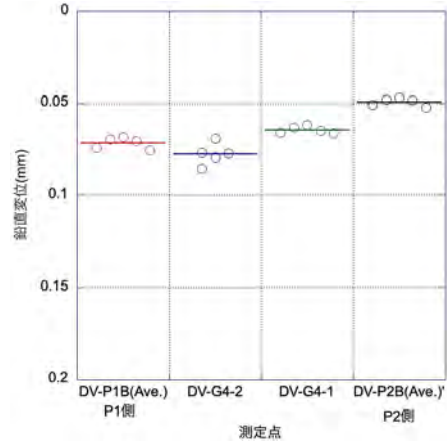


図-9 静載荷による鉛直変位

トラックを走行させて載荷した。停止させて計測したケースを静載荷試験とし、走行載荷したケースを動載荷試験と呼ぶ。測定は、静載荷試験、動載荷試験ともに5回実施した。

3. 測定結果

本検討では、ゴム支承に最も近いベースプレートの鉛直変位値の時刻歴を単純平均し、その値と支承近傍の桁の鉛直変位から角度を算定し、これを支承の回転角相当値とした。ただし、静載荷と動載荷により、得られるデータに違いがあるため、対象とするデータの取得を以下の通りとした。

静載荷試験で得られたデータの一例として、支承を対象とした鉛直変位の時刻歴を図-6に示す。横軸は、計測を開始してからの経過時間、縦軸は、支承の回転に伴う変位や桁のたわみを感じると合うように、下方を正として示す。停止位置にダンプロックが移動すると概ねピーク値を示す。ダンプロックの停止により振動が発生するため、振動が減衰し、データが安定している区間の平均値を計測した変位の代表値とした。動載荷試験で得られたデータを図-7に示す。静載荷試験とは異なり、走行中による挙動を測定したため、支間中央の桁たわみ値が最大となる前後の平均値を変位の代表値とした。

計測において P2 側のベースプレート鉛直変位計測点

は、支間中央を軸にした対称配置となっていない。そこで、DV-P2B-1 と DV-P2B-2 の平均を求め、その計測点と DV-G4-1 計測点間で線形に変形していると仮定し、図-3 に示した仮想計測点 DV-P2B(Ave.)'に変換することで、荷重による変形を理解しやすくなるようにした。

なお、測定値が微小にバラツキを生じていることから、0.6 秒間の移動平均した結果を計測値とした。

3.1 静載荷試験

P1 と P2 の G4 桁に設置された支承の回転を把握するため、測定した鉛直変位を計測回毎に整理した結果を図-8に示す。5回の計測の内、3回目の計測においては、ダンプロック載荷前に侵入した大型車の影響が、DV-G4-2 に生じていたため、その測定は除外し4回の結果を示している。なお、各測定点の結果に示された同色の実線は、平均値である。

P1 側と P2 側の結果を比較すると前輪荷点が近づいている P1 側の変位が大きくなっていることが確認できる。DV-G4-2 の計測に大きな違いが生じた結果があるものの、その他の計測点における4回の計測値に大きなバラツキは無く、安定した値が得られた。

3.2 動載荷試験

時速 40km/h でダンプロックを走行させて載荷した結果を静載荷と同様に整理した結果を図-9に示す。静載荷の結果と同様に P1 側の変位が P2 側の変位よりも大き

表-2 各支承の回転角相当値

	静载荷(rad)	動载荷(rad)
P1 での支承の回転角	0.000269	0.000101
P2 での支承の回転角	-0.000269	-0.000172

表-3 格子解析に基づく支承の回転角

	静载荷(rad)
P1	0.000229
P2	-0.000189

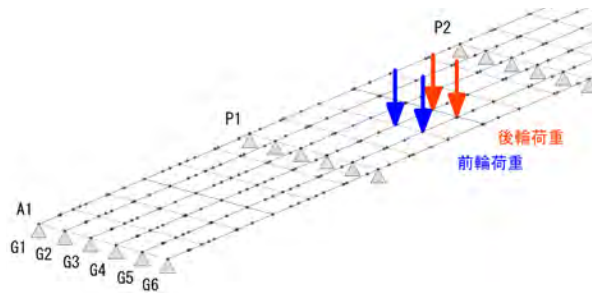


図-10 簡易解析（格子解析）のモデル（計測対象支間）と载荷位置

く、桁やベースプレートにおける挙動の傾向は静载荷と同様である。しかしながら、支承のベースプレートで測定した鉛直変位は、静载荷と比べ大きくなっている。一方でG4桁に設置したDV-G4-1やDV-G4-2の変位が小さい。

4. 支承回転角計測による機能評価について

図-7と図-8中に示している各測定点の平均値を用いて、各支承近傍の鉛直変位とその2点間距離から支承の回転角相当値を求めた。その結果を表-2に示す。

表-2 各支承の回転角相当値

	静载荷(rad)	動载荷(rad)
P1 での支承の回転角	0.000269	0.000101
P2 での支承の回転角	-0.000269	-0.000172

前章の測定結果においても記述したが、動载荷試験の桁の鉛直変位が、静载荷試験結果と比べると小さく、ベースプレートの変位が大きくなっていることが影響し、回転角相当値が静载荷試験の結果より小さい。40km/hで走行した状態での载荷では、回転角相当値が小さくなる。

ここで、温根沼大橋の設計図を基に舗装や地覆コンクリート質量を考慮し、さらに舗装の剛性³⁾も考慮した上で、格子解析を実施し、実測値との比較を試みた。図-10に簡易解析のモデルと载荷位置を示す。なお、载荷位置は、接点配置の都合で载荷試験と概ね同様の位置となるように配置した。解析結果の内、支承の回転角を表-3に示す。

表-3 格子解析に基づく支承の回転角

	静载荷(rad)
P1	0.000229
P2	-0.000189

静载荷では、実測と解析において、P1 支承の回転角相当値と概ね一致している。P2 では多少誤差が生じているものの、その差は小さい。

測定した結果の内、静载荷試験の結果は、簡易解析結果と概ね一致した。変位を測定することで機能の評価できる可能性があるものと考えられる。しかし、荷重は停止させた状態である必要がある。

4.まとめ

支承の機能低下を評価する手法として、活荷重を利用した支承挙動の簡易測定について検討を行うため、実橋梁を対象にダンプトラックを用いて、停止時と走行時における鉛直変位を測定し、回転角相当値を求めた結果、以下の知見が得られた。

- 1) 静载荷により支承や桁の鉛直変位を得ることにより得られる回転角相当値は、簡易解析結果と一致した。
- 2) 動载荷の回転角相当値は、静载荷のそれよりも小さい。

今後、支承の機能低下を評価する手法の合理化を図るため、動载荷による回転角相当値が小さくなる要因について検討報告する予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省 道路局 国道・技術課: 橋梁定期点検要領 平成31年3月, 2019.
- 2) 社団法人 岩手県土木技術センター: 平成13年度 第4回共同研究報告書「道路橋設計荷重の変更による既設橋梁上部工に及ぼす影響」, 2002.
- 3) 安倍隆二, 田高 淳: 積雪寒冷地におけるアスファルト舗装各層の弾性係数に関する検討, 寒地土木研究所月報, No.679 2009年12月, 2009.