

羽田線ディビダーク橋の健全性評価

首都高速道路株式会社 正会員 ○引地 宏陽
首都高速道路株式会社 非会員 栗林 伶二
一般財団法人首都高速道路技術センター 正会員 水谷 亮勝

1. はじめに

首都高速道路 1 号羽田線海老取川付近の 3 径間連続 PC 有ヒンジラーメン橋は、ディビダーク工法によって架設された橋梁（以下、羽田線ディビダーク橋）である。当該橋梁は、径間中央がヒンジ構造となっており、交通量の増加や車両の大型化による重量増加によって、ヒンジ部の損傷と補修を繰り返している。本稿では、羽田線ディビダーク橋を対象に変位計測と FEM 解析を実施し、ヒンジ部の健全性評価について検討した結果について報告する。

2. 補修履歴と損傷概要

表-1 に羽田線ディビダーク橋諸元、図-1 に構造一般図をそれぞれ示す。当該橋梁は、1966 年にしゅん功し、供用から約 57 年経過している。図-2 にゲレンク沓の構造を示す。ゲレンク沓は、オスメス型のヒンジ構造となっており、線接触型の金属沓構造となっていた。供用から 16 年以後、車両交通による繰り返し荷重によって金属沓が摩耗し、オスメス型のヒンジ部に隙間が生じたことによって衝撃音・振動が発生した。このことから過去に 2 度、摩耗によって生じた隙間にプレート挿入を行っている。2019 年の定期点検によりプレートの摩耗、変形、ボルト破断が確認された。また、現地にてヒンジ部の確認を行ったところ、オスヒンジの上側で 2.0mm、下側で 6.8mm のメスヒンジとの隙間が確認された。

3. 検討方針

初めに、現地にて既設橋梁の変位計測を実施し、現状の変位量を確認した。その後、既設橋梁をしゅん功当初の条件にてモデル化し、FEM 解析を実施することで、ヒンジ部が健全に機能している場合（以下、固定）、ヒンジ部に隙間がある場合（以下、バネ）、ヒンジ機能を喪失し、片持ち梁として動いている場合（以下、フリー）と仮定した 3 ケースでの鉛直変位量を推定し、両者の結果を比較することで、ディビダーク橋におけるヒンジ部の健全性について検討した。

4. 変位計測

既設橋梁におけるヒンジ部の鉛直変位量を確認するため、赤外線カメラを用いて変位計測を実施した。図-3 に計測位置図を示す。計測は高速上に荷重車を走行させ、上り線追越車線の中央分離帯側と走行車線側で変位を計測した。赤外線カメラは、1905 橋脚直上を不動点と仮定してカメラを設置し、両桁端部に設置するターゲット赤①～赤④の鉛直変位量を計測した。荷重車は 25t 車を 2 台使用し、走行車線を縦列走行させた。

表-1 羽田線ディビダーク橋諸元

項目	内容
路線名	高速1号羽田線
構造形式	3径間連続PC有ヒンジラーメン橋
橋脚番号	1903～1906
橋長	141.05m（40.525+60.00+40.525）
幅員	16.5m
しゅん功年	昭和41年（1966年）
施工業者	鹿島建設（株）

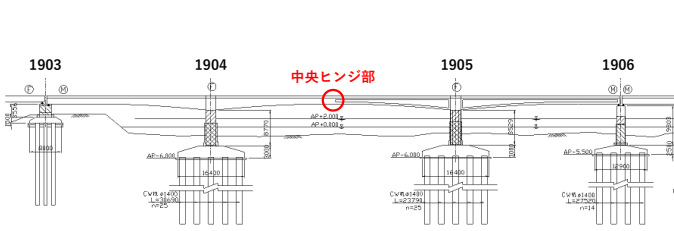


図-1 構造一般図

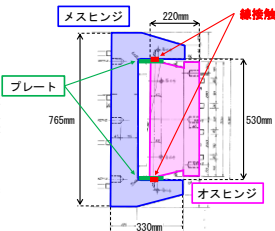


図-2 ゲレンク沓構造

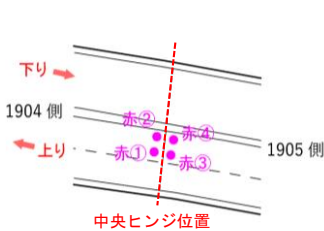


図-3 計測位置図

キーワード 橋梁，ディビダーク工法，変位計測，FEM 解析

連絡先 〒102-0093 東京都千代田区平河町 2-16-3 首都高速道路株式会社東京西局 TEL 03-3264-8522

表-2 に計測結果を示す。計測結果より、荷重車 2 台が単独走行した場合において、鉛直変位量の最大値は、6.91mm となった。鉛直変位量は現地で確認したヒンジ部の下側隙間量に近い値を示した。

5. FEM 解析

しゅん功当初のディビダーク橋梁におけるヒンジ部の鉛直変位量を推定するため、既設橋梁をモデル化し、3 次元 FEM 解析を実施した。図-4 に解析モデルを示す。FEM 解析は、1903～1906 橋脚の 3 径間をモデル化し、ヒンジ部のモデル要素を固定、バネ、フリーの 3 条件で実施した。モデルの作成は、コンクリートはソリッド要素、鋼材は埋め込み要素を使用した。境界条件は、フーチング下面の節点は 3 方向で拘束した。1903 橋脚及び 1906 橋脚の支承は可動支持であるため、下フランジ下面の要素接点を橋軸方向はフリー、橋軸直角方向及び鉛直方向は拘束した。解析ケースは全 6 ケースとし、変位計測結果との比較のため、ケース 1, 2 は上り線側、ケース 3, 4 は下り線側の走行車線に 25t 荷重車を 2 台縦列で載荷させた。ケース 5, 6 は走行車両による大きな引張応力が発生する載荷条件を想定し、桁端部に荷重車 4 台を並列に載荷させた。動的効果を考慮するための衝撃係数は、道路橋示方書に基づいて評価した。

表-3 に解析結果を示す。なお、ここでは最大鉛直変位、最大発生応力を示したケース 1, 5 の結果を示す。鉛直変位量は、変位計測を行った赤外線カメラのターゲット赤①～赤④位置の値を示す。応力は、橋脚付近の桁上面に発生する最大値を示し、正側を圧縮領域としている。ケース 1 の解析結果より、ヒンジモデルの各条件で得られた最大鉛直変位は、固定、バネ、フリーでそれぞれ 3.74mm、6.89mm、7.40mm であり、バネ（現橋梁を模擬した値）は現地計測結果とおおむね一致している。よって、解析結果をもって健全性を評価しても問題ないといえる。荷重車 4 台を並列に載荷したケース 5 の合計応力は、ヒンジ部が機能しないフリーのケースにおいても 2.71N/mm2 であった。いずれのケースでも引張応力は発生しないため、コンクリートにひび割れが発生する状態に至っていないことがわかった。このことから、ヒンジ機能が喪失した場合でも橋梁の耐荷性能に問題はないといえる。

6. まとめ

損傷が発見されている羽田線ディビダーク橋における、中央ヒンジ部の健全性評価について検討を行った。FEM 解析結果より、ヒンジ機能が喪失し、片持ち梁の状態になった場合であっても、橋梁の耐荷性能に問題はないことを確認した。

なお今後、車両の走行安全性の観点で、ヒンジ部の段差解消を目的にゲレンク沓の改良を実施予定である。

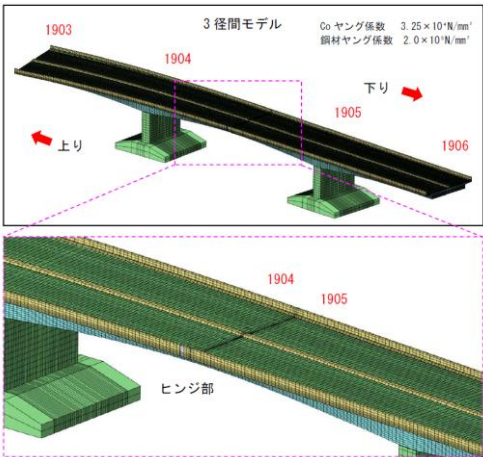


図-4 解析モデル

表-2 計測結果

荷重車 走行方向	荷重車 走行車線	赤外線カメラによる鉛直変位 1904橋脚側 (mm)				赤外線カメラによる鉛直変位 1905橋脚側 (mm)			
		赤① (走行車線側)		赤② (中分側)		赤③ (走行車線側)		赤④ (中分側)	
		Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
上り (荷重車2台)	走行	6.91	-2.39	6.81	-3.05	2.78	-1.88	3.00	-2.00
下り (荷重車2台+大型車1台)	走行	4.76	-1.40	5.29	-2.87	3.44	-0.48	4.51	-0.31

表-3 解析結果

ケース	走行方向	対象スパン	ヒンジ部モデル	最大鉛直変位 (mm)				発生応力 (N/mm2)			荷重
				赤①	赤②	赤③	赤④	自重+プレストレス	活荷重	合計	
1	上り	1904側	固定	3.59	3.59	3.74	3.73				荷重車 2台縦列
			バネ	6.89	6.62	0.52	0.50				
			フリー	7.40	7.12	-	-				
5	上り 下り	1904側	固定					4.30	-0.70	3.60	荷重車 4台並列
			バネ					4.26	-0.98	3.28	
			フリー					4.26	-1.55	2.71	