

大阪湾岸道路西伸部の長大斜張橋（神戸西航路部）に対すとう曲変位の影響検討

阪神高速道路

正会員 ○西村 美紀 正会員 寺岡 正人

正会員 杉山 裕樹 正会員 西原 知彦

長大 正会員 深谷 茂広 正会員 舘 浩司 正会員 鈴木 俊洋

1. はじめに

大阪湾岸道路西伸部では神戸西航路部に長大斜張橋を計画している。本架橋位置には大阪湾断層が分岐した和田岬断層の存在が推定されている。断層は深さ 2000m に渡り堆積した地層にとう曲として出現するが、断層の滑動によってとう曲変位が生じる可能性がある。そのため、とう曲変位の影響を十分に考慮した上で橋梁設計を進める必要がある。そこで、本稿では神戸西航路に架かる長大橋に対すとう曲変位の影響検討を実施した。

2. 検討方法

検討を実施する長大橋の橋梁形式 3 ケースを図-1 に示す。これは、橋梁形式の候補案として選定されている案である¹⁾。和田岬断層のとう曲位置は図-1 に示す範囲にほぼ橋軸直角方向に存在すると推定²⁾されているため、(a) 2 主塔斜張橋、(b) 1 主塔斜張橋(和田岬)は、とう曲上に主塔が位置し、(c) 1 主塔斜張橋(PI: ポートアイランド)は主塔がとう曲上から避けたケースである。

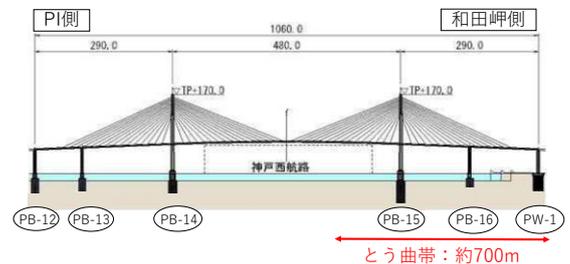
検討方法としては 3 次元骨組みモデルにとう曲変位による変位量を強制変位として入力して長大橋への影響を確認することとした。主塔は鋼製ダイヤ型、主桁は鋼床版一箱桁とし、解析モデルの条件は表-1 に示す。また、隣接径間との桁遊間は 1.0m とした。主塔と橋脚基礎の境界条件は基礎天端で固定とし、そこにとう曲による変位量を強制変位として静的に与えた。各基礎天端に与える変位量は、現地調査から推定した 5 千年に 1 回のとう曲変位量 1.23m²⁾ を用いて地盤 FEM で推定した。図-2 に一例として、1 主塔斜張橋(和田岬)の地盤 FEM の結果を示す。PB-15、PB-16、PW-1 で鉛直方向、水平方向、回転方向に変位が生じる結果となった。地盤 FEM で求めた基礎天端に強制変位として入力する橋軸方向の変位量を表-2 に示す。橋軸直角方向の変位は、鉛直変位と同等の値を設定した。

3. 解析結果

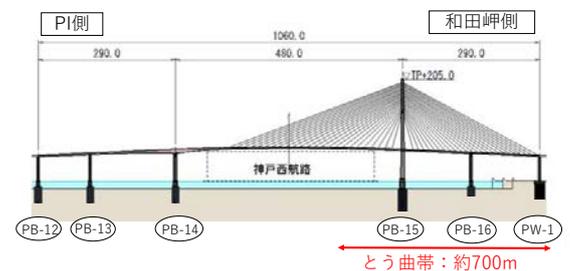
3 ケースの解析結果を図-3 に、とう曲変位による各代表部材の応答一覧を表-3 に示す。各部材の断面力は、降伏する時を 100%として整理した。3 ケースとも主桁の曲げモーメントは 15%以下、ケーブルの張力は 10%以下、主塔基部の曲げモーメントは 2 主塔斜張橋の PI 側の主塔基部の曲げモーメントが 25%程度で最も大きい。弾性範囲内の変形であった。支承は、せん断ひずみが 250%で破断ひずみとなるが、いずれのケースも

キーワード 長大斜張橋、とう曲変位、和田岬とう曲、大阪湾岸道路西伸部、神戸西航路部

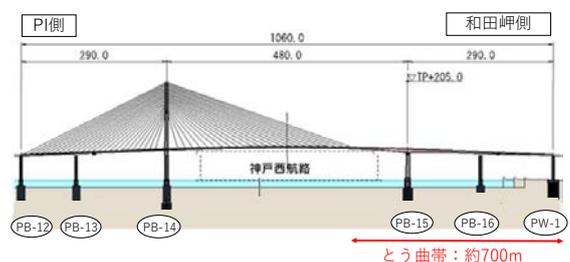
連絡先 〒650-0041 兵庫県神戸市中央区新港町 16-1 阪神高速道路(株) 神戸建設部 TEL078-331-9801



(a) 2 主塔斜張橋



(b) 1 主塔斜張橋(和田岬)



(c) 1 主塔斜張橋(PI)

図-1 検討対象の橋梁形式ケース

表-1 モデルの条件

部材	使用する要素	使用材料
主桁	線形はり要素	SM490Y
主塔	線形はり要素	SM490Y
橋脚	線形はり要素	$\sigma_{ck} = 30\text{N/mm}^2$, SD490
ケーブル	線形トラス要素	引張強度1570N/mm ² 以上
支承	線形ばね要素	免震支承、弾性支承

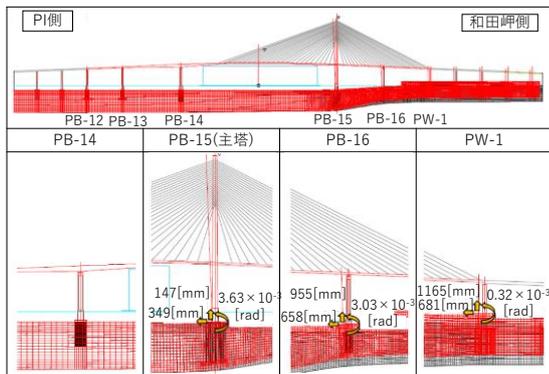


図-2 地盤 FEM 結果の一例
(1 主塔斜張橋(和田岬), とう曲傾斜角 60°)

250%以下であり、破断ひずみには至っていない。桁遊間は、3 ケースとも 1.0m 未満の減少であり、衝突には至っていない。以上より、いずれの橋梁形式においてもとう曲変位による上部構造への影響は安全性に影響を与える程度ではないと考えられる。

次に、とう曲変位後の修復性について考える。支承の交換・ケーブル張力の調整を実施することで、各部材の曲げモーメントと主桁の残留変位は緩和あるいは解消できると考えられる。一方で、主塔の傾斜については残留し、復旧することは困難である。以上を踏まえると、とう曲位置から主塔が離れていて、主塔の傾斜が 1/1150 と最も小さい 1 主塔斜張橋(PI)が 3 ケースの中でとう曲変位後の修復性が優位なケースであると考えられる。また、とう曲の位置や変位量の不確定性を考慮すると、斜張橋の最も重要な部材の 1 つである主塔へのとう曲の影響をできるだけ避けられるという点からも 1 主塔斜張橋(PI)が相対的にリスクが低いと考えられる。

4. まとめ

大阪湾岸道路西伸部の神戸西航路部に計画されている和田岬とう曲を跨ぐ長大橋に対し、とう曲変位の影響検討を実施した。その結果、2 主塔斜張橋、1 主塔斜張橋(和田岬)、1 主塔斜張橋(PI)のいずれも、とう曲変位による上部構造への影響は安全性に影響を与える程度ではないことが分かった。一方で、とう曲変位後の修復性およびとう曲の不確定性に対しては、相対的にリスクの小さい 1 主塔斜張橋(PI)が 3 ケースの中で優位であると考えられる。

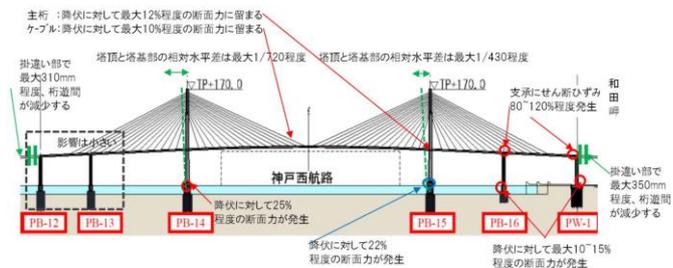
謝辞 本検討においては、大阪湾岸道路西伸部技術検討委員会(委員長：城西大学藤野陽三学長)の委員の方々に貴重なご意見をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

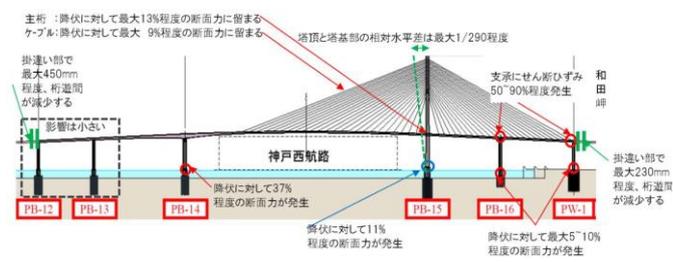
- 1) 西原ほか：大阪湾岸道路西伸部の長大斜張橋(神戸西航路部)に対する橋梁形式の選定，土木学会第 76 回年次学術講演会，2021.9.
- 2) 安積ほか：大阪湾岸道路西伸部の橋梁設計において考慮する断層変位量の検討，土木学会第 76 回年次学術講演会，2021.9.

表-2 地盤 FEM より求めた基礎天端の変位量

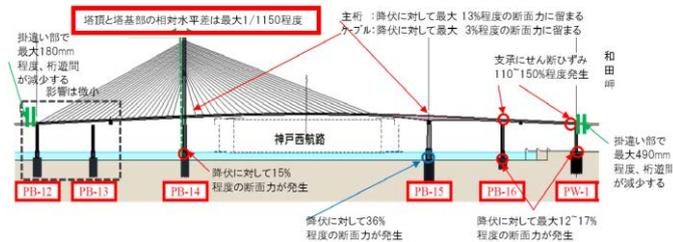
橋脚番号	PB-12	PB-13	PB-14	PB-15	PB-16	PW-1	
2主塔斜張橋	鉛直方向(mm)	0	0	0	141	955	1165
	水平方向(mm)	0	0	0	349	655	681
	回転方向(rad)	0.00×10^{-3}	0.00×10^{-3}	0.00×10^{-3}	3.67×10^{-3}	3.03×10^{-3}	0.32×10^{-3}
1主塔斜張橋(和田岬)	鉛直方向(mm)	0	0	0	147	955	1165
	水平方向(mm)	0	0	0	349	658	681
	回転方向(rad)	0.00×10^{-3}	0.00×10^{-3}	0.00×10^{-3}	3.63×10^{-3}	3.03×10^{-3}	0.32×10^{-3}
1主塔斜張橋(PI)	鉛直方向(mm)	0	0	0	147	955	1165
	水平方向(mm)	0	0	0	349	658	681
	回転方向(rad)	0.00×10^{-3}	0.00×10^{-3}	0.00×10^{-3}	3.63×10^{-3}	3.03×10^{-3}	0.32×10^{-3}



(a) 2 主塔斜張橋



(b) 1 主塔斜張橋(和田岬)



(c) 1 主塔斜張橋(PI)

図-3 とう曲変位による各部材の応答
(とう曲傾斜角 60°，5000年に1回のとう曲変位)

表-3 とう曲変位による各代表部材の応答一覧

	主塔基部の曲げモーメント	支承のせん断ひずみ	主塔の傾斜(最大)
2主塔斜張橋	降伏に対して、 PI側 25%程度 和田岬側 22%程度	80~120%程度	PI側 1/720程度 和田岬側 1/430程度
1主塔斜張橋(和田岬)	降伏に対して、 11%程度	50~90%程度	1/290程度
1主塔斜張橋(PI)	降伏に対して、 15%程度	110~150%程度	1/1150程度