

維持管理性に配慮した鋼箱桁中間支点上ダイヤフラムの開口形状の検討

阪神高速道路 正会員 ○杉山裕樹 正会員 小林 寛
 横河ブリッジホールディングス 正会員 石井博典
 長岡技術科学大学 正会員 長井正嗣

1. はじめに

膨大な橋梁ストックに対して維持管理の重要性が高まっている。一方、新設橋梁に対しても将来の維持管理に配慮した構造が求められている。著者らは、鋼箱桁中間ダイヤフラムの開口形状について、解析的検証を踏まえ、点検員等が通行しやすい形状を提案している(図-1(a))¹⁾。本稿では、鋼箱桁中間ダイヤフラムとは機能が異なる中間支点上ダイヤフラム(図-1(b))を対象に、維持管理性に配慮した開口形状について、FEMにて検討を行った。

2. 検討対象構造 検討対象橋梁を図-2に示す。橋長約178m、幅員7.6~8.0mの4径間連続鋼箱桁橋であり、曲線半径は60m~100mである。最大支間長は49.4mである。基本構造と改良構造1,改良構造2のダイヤフラム開口形状を図-3に示す。基本構造は板厚16mmのダイヤフラムに高さ600mm、幅400mmの点検用開口および高さ450mm、幅600mmのケーブル用開口を有しており、点検用開口は片面をダブリングプレート(t=16mm)にて補強、ケーブル用開口は片面をリブプレートにて補強されている。改良構造1は、点検用開口を高さ1175mm、幅400mmとし、ケーブル用開口も含め、ダブリングプレートにて両面を補強した。改良構造2は、点検用開口とケーブル用開口を一体化させ、高さ1175mm、幅800mmとし、ダブリングプレートにて両面を補強した。



(a)中間ダイヤフラム (b)支点上ダイヤフラム
 図-1 ダイヤフラム開口形状の違い

3. 検討方法 検討はFEM解析により行った。検討ステップは、①死活荷重を載荷、②死荷重を載荷した状態でレベル1地震相当の水平荷重(0.3G)を載荷、③地震動相当の水平荷重を段階的に増加させ載荷(弾塑性有限変位解析)、の3ステップとし、それぞれにおいて変形や応力性状等を基本構造との比較により評価した。なお、ステップ②、③においては、道路橋示方書で示される製作時の板の平面度の許容誤差上限値と同じになるようダイヤフラムに座屈モードに比例した形状の初期不正を与えた。解析モデルは4径間連続桁のうち、PA3中間支点位置を中心とした2径間を対象とした。鋼材はシ

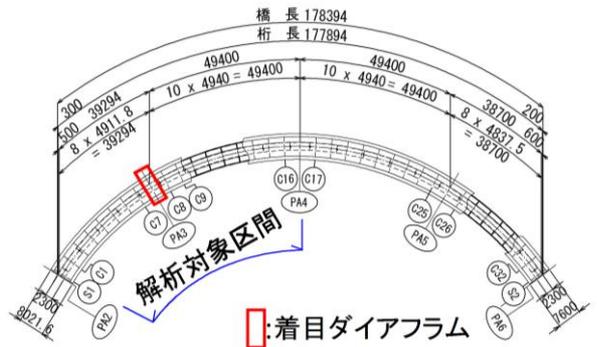
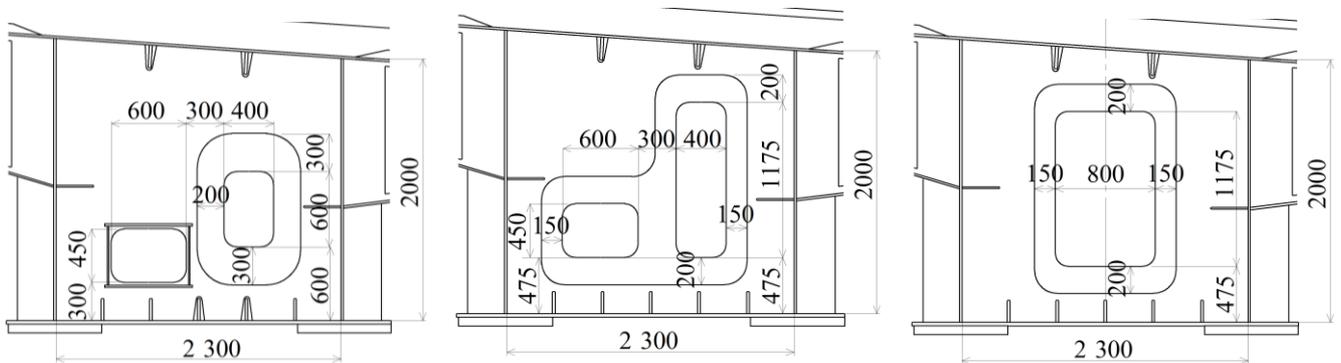


図-2 検討対象橋梁



(1)基本構造 (2)改良構造1 (3)改良構造2

図-3 検討対象ダイヤフラム

Keywords: ダイヤフラム 維持管理 開口部 弾塑性解析 耐荷力

連絡先: 〒552-0007 大阪市港区弁天 1-2-1-1900 阪神高速道路(株) 建設事業本部 大阪建設部 TEL06-6599-1753

エル要素でモデル化し、着目支点上についてはゴム支承をソリッド要素でモデル化した。使用したソフトは、ステップ①は弾性解析でFemap with NX Nastran V11.1.1、ステップ②、③は、弾塑性解析でLS-DYNA Ver. 971 である。

4. 解析結果

1)死活荷重載荷時 図-4 に基本構造と改良構造 1 および改良構造 2 の Von-Mises 応力のコンター図を示す。基本構造では点検用開口部左下の R 部に最も大きな応力が発生し、109.5N/mm²である。改良構造 1 は基本構造と同じ位置で最も大きな応力が発生しその値も109.4N/mm²と同程度である。改良構造 2 では、最大応力発生個所が開口部右上の R 部となっているが、その値は 109.4N/mm²であり、基本構造と同程度である。

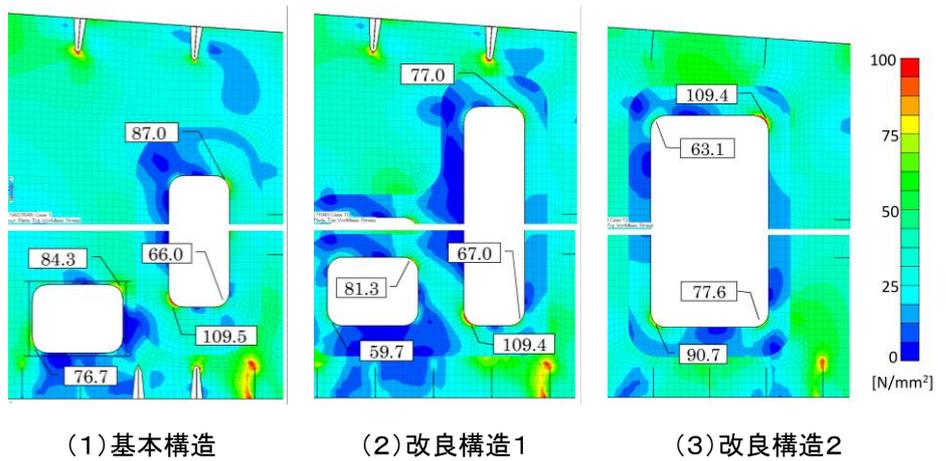


図-4 死活荷重載荷時の Von-mises 応力コンター図

2)レベル 1 地震相当の水平荷重載荷時 図-5 に基本構造と改良構造 1 および改良構造 2 の Von-Mises 応力のコンター図を示す。基本構造では最大 232.4N/mm²の応力が確認され、ケーブル用開口部右上にて発生しているが、降伏応力 (355N/mm²) には至っていない。改良構造 1 では、最大 264.5N/mm²の応力が確認され、上フランジ側リブ用のスリット部に発生している。応力値は基本構造より 10%程度大きいものの、高応力範囲は小さく降伏応力以下である。改良構造 2 では、最大 184.0N/mm²の応力が確認され、開口部右下に発生しているが、他の構造と比べ比較的小さい値であった。なお、いずれの構造も座屈は発生していない。

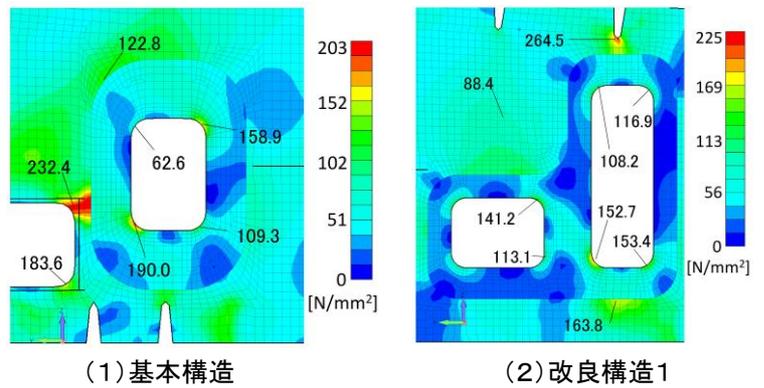


図-5 レベル 1 相当地震時の Von-mises 応力コンター図

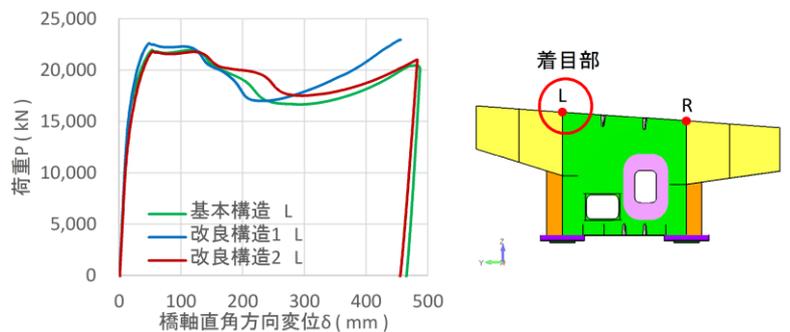


図-6 ダイアフラム部の荷重-水平変位関係

表-1 最大耐力の比較

	線形座屈解析	弾塑性解析		
	座屈耐力 (kN)	最大耐力 (kN)	基本構造との比率	水平震度
基本構造	21,660	21,970	1.00	2.38
改良構造1	33,779	22,837	1.04	2.47
改良構造2	30,507	21,834	0.99	2.36

3)水平荷重の漸増載荷時 図-6 にダイアフラムと主桁ウェブ交差部の上端の荷重変位関係を示す。3構造とも 15,000kN (1.6G) までは線形挙動を示している。最大荷重は、改良構造 2 がやや大きいほぼ同程度であり、3構造で荷重変位関係に優位な差はないといえる。弾塑性解析の最大荷重値を線形座屈解析による座屈耐力とあわせて表-1 に示す。改良構造 1, 2 とダブリングの影響により座屈耐力は基本構造より大きい、弾塑性解析における終局状態は主桁と中間支点上ダイアフラムがほぼ同時に座屈したため、最大耐力は同程度であり、今回の検討範囲ではダイアフラムの開口形状を変更したところで、桁全体への影響はないといえる。

5. まとめ

中間支点上ダイアフラムの開口形状について、基本構造、改良構造 1、改良構造 2 では死活荷重載荷時、L1 地震相当載荷時、水平荷重漸増載荷時とも応力性状や耐力、変形能に有意な差が見られない。

参考文献 1) 石井ら：維持管理作業性に配慮した鋼箱桁ダイアフラム開口形状の設計と解析的検証，日本鋼構造協会鋼構造論文集