



PC 斜材付き π 型ラーメン橋のレベル 2 地震時耐震検討

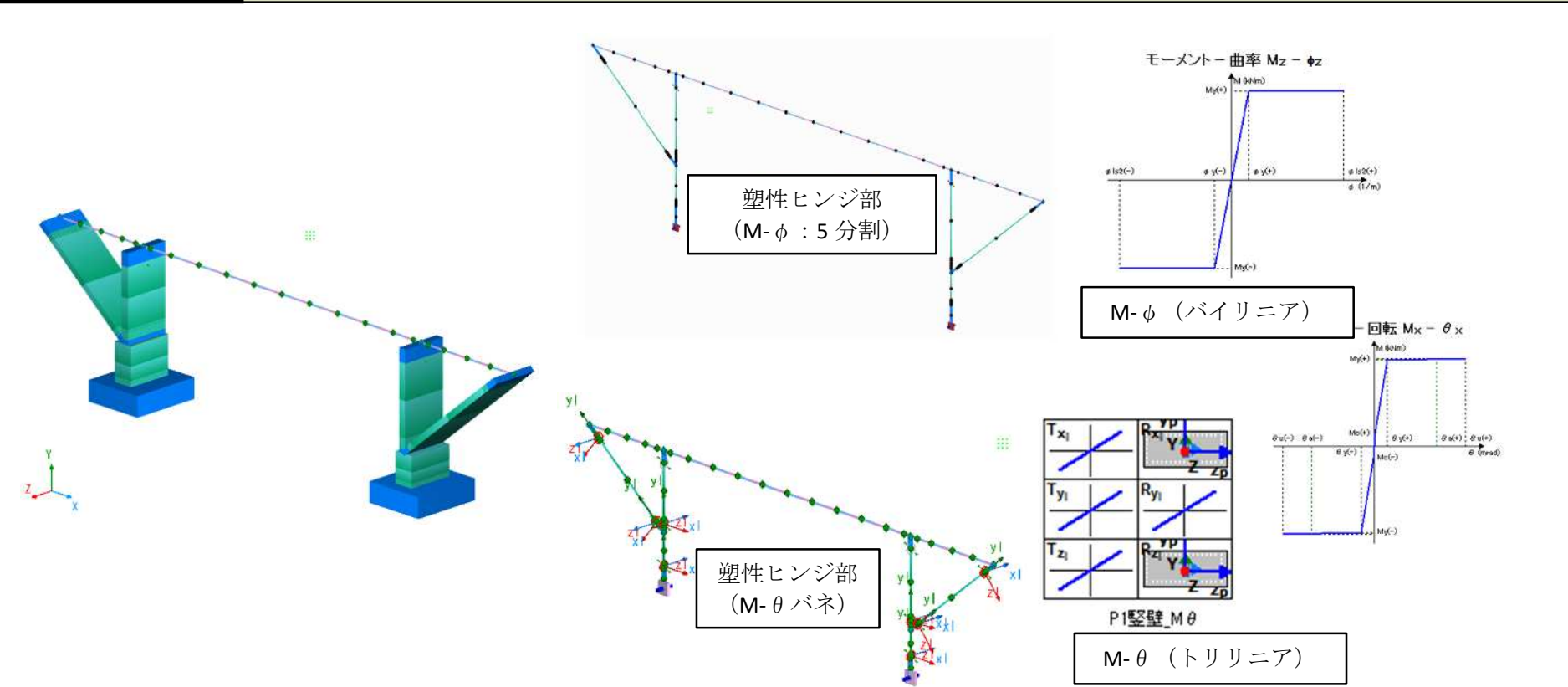
– 旧基準による設計に対する現行基準による再評価 –

株式会社オービット

概要

本橋梁は、PC 斜材付き π 型ラーメンの新設跨道橋であり、平成 14 年道路橋示方書に準拠し設計が完了しているが、平成 29 年道路橋示方書で照査した場合、常時及びレベル 1 地震時設計は制限値を満足するが、レベル 2 地震時設計においては、制限値を満足できないことが判明した。ここでは、時刻歴応答解析を実施し、平成 29 年道路橋示方書・同解説 V（耐震設計編）に準じた耐震性能を確保する検討を行っている。

モデル化



- 上部構造：弾性梁要素（降伏剛性）、橋軸方向：PC 鋼材降伏（下面引張時）、橋軸直角方向：鉄筋 or PC 鋼材降伏
- 下部構造塑性ヒンジ部：非線形梁要素（M-φ要素,バイリニア型）※塑性ヒンジ長を 5 分割
※過年度成果では、塑性ヒンジ部を M-θ バネ要素（トリリニア型）としていたため、こちらの検討も実施。
- 下部構造塑性ヒンジ部以外：非線形梁要素（M-φ要素,バイリニア型）※2 分割
- フーチング：剛体要素
- 基礎：固有周期算定用基礎ばね

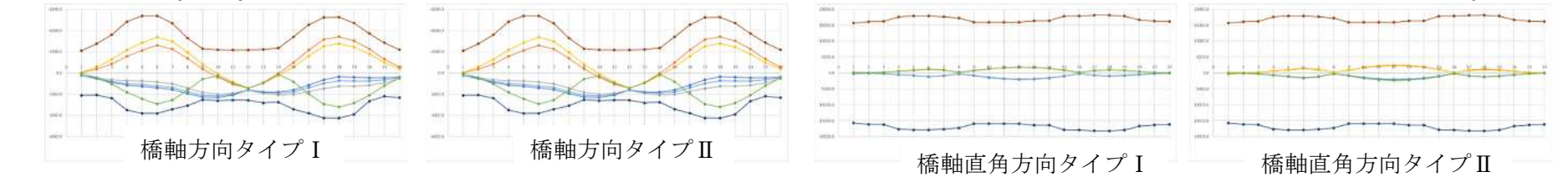
解析条件

道路規格：林道（自動車道 3 級）
 上部工：PC 斜材付き π 型ラーメン橋
 支間長：5.600+16.600+6.100=28.200m
 作用区分：偶発作用
 橋の重要度：B 種の橋、橋の耐荷性能：2
 地域区分：C 地域
 地盤種別：I 種地盤

検討項目と検討結果

照査結果：M-φ モデル（バイリニア）

1. 曲げ照査(主桁)：プレストレスコンクリート箱桁の限界状態 1 に相当する曲率の制限値に対して照査を行った：M ≤ My

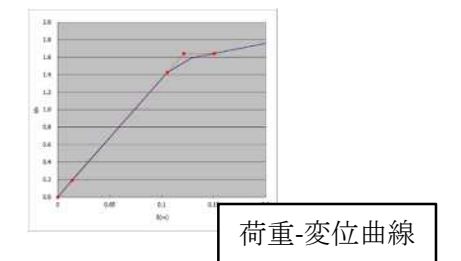


2. 曲げ照査(主桁以外)：降伏曲率φy に対して照査を行った：φ ≤ φy

部位	要素番号	橋軸方向レベル2								橋軸直角方向レベル2							
		タイプ I				タイプ II				タイプ I				タイプ II			
		最大応答曲率(1/m)	降伏曲率 φy (1/m)	塑性率	判定	最大応答曲率(1/m)	降伏曲率 φy (1/m)	塑性率	判定	最大応答曲率(1/m)	降伏曲率 φy (1/m)	塑性率	判定	最大応答曲率(1/m)	降伏曲率 φy (1/m)	塑性率	判定
P1	102	1.7392E-03	6.7665E-03	0.26	OK	1.7217E-03	6.7892E-03	0.25	OK	5.2068E-04	1.6028E-03	0.32	OK	6.3162E-04	1.6028E-03	0.39	OK
	103	5.0851E-03	6.7944E-03	0.75	OK	4.9612E-03	6.8032E-03	0.73	OK	1.1679E-03	1.6028E-03	0.73	OK	1.4199E-03	1.6028E-03	0.89	OK
	117	2.5336E-03	9.0364E-03	0.28	OK	2.9243E-03	9.0596E-03	0.32	OK	1.3346E-04	1.6480E-03	0.08	OK	1.6025E-04	1.6480E-03	0.10	OK
	131	6.1703E-04	4.5707E-03	0.13	OK	6.0378E-04	4.5518E-03	0.13	OK	4.6736E-04	2.1892E-03	0.21	OK	5.7193E-04	2.1892E-03	0.26	OK
P2	132	8.7099E-04	4.5714E-03	0.19	OK	8.6043E-04	4.5715E-03	0.19	OK	5.2141E-04	2.1892E-03	0.24	OK	6.3920E-04	2.1892E-03	0.29	OK
	202	1.8195E-03	6.7766E-03	0.27	OK	1.7736E-03	6.7646E-03	0.26	OK	5.2397E-04	1.6034E-03	0.33	OK	6.3039E-04	1.6034E-03	0.39	OK
	203	5.2107E-03	6.7938E-03	0.77	OK	5.0560E-03	6.8030E-03	0.74	OK	1.2842E-03	1.6040E-03	0.80	OK	1.5844E-03	1.6040E-03	0.99	OK
	217	2.9511E-03	8.7099E-03	0.34	OK	3.2006E-03	8.7075E-03	0.37	OK	1.6926E-04	1.6249E-03	0.10	OK	2.0490E-04	1.6249E-03	0.13	OK
	218	6.5722E-03	8.7056E-03	0.76	OK	6.8714E-03	8.7055E-03	0.79	OK	4.4043E-04	1.6224E-03	0.27	OK	5.3495E-04	1.6224E-03	0.33	OK
	231	5.5514E-04	4.5782E-03	0.12	OK	5.5416E-04	4.5814E-03	0.12	OK	5.6226E-04	2.1893E-03	0.26	OK	6.8081E-04	2.1893E-03	0.31	OK
	232	7.2681E-04	4.5786E-03	0.16	OK	7.4917E-04	4.5828E-03	0.16	OK	6.0098E-04	2.1893E-03	0.27	OK	7.2805E-04	2.1893E-03	0.33	OK

3. 変位照査：限界状態 2 における水平変位の照査を行った：δ ≤ δls2d (δls2d はプッシュオーバー解析より算出)

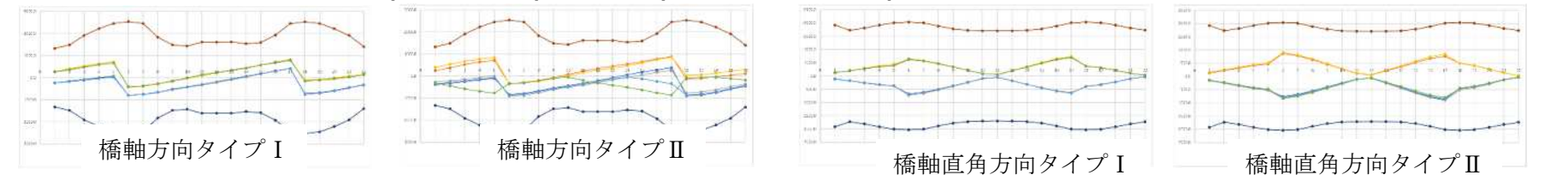
部位	節点番号	橋軸方向レベル2								橋軸直角レベル2							
		タイプ I				タイプ II				タイプ I				タイプ II			
		応答変位 δX (mm)	変位制限値	比率	判定	応答変位 δX (mm)	変位制限値	比率	判定	応答変位 δX (mm)	変位制限値	比率	判定	応答変位 δX (mm)	変位制限値	比率	判定
P1	6	3波平均(ABS)	δls2d (mm)	最大	最小	δx+: (mm) δx-: (mm)	最大	最小	最大	最小	δx+: (mm) δx-: (mm)	最大	最小	最大	最小	最大	最小
		100.7	104.9	289.4	-289.4	0.35	0.36	OK	OK	138.3	122.1	289.4	-289.4	0.48	0.42	OK	OK
P2	18	100.7	104.9	289.4	-289.4	0.35	0.36	OK	OK	138.3	122.1	289.4	-289.4	0.48	0.42	OK	OK



4. 残留変位照査：限界状態 2 における残留変位の照査を行った：δR ≤ δRa

部位	ラン	位置	橋軸方向レベル2				橋軸直角レベル2							
			δR (mm)		δRa (mm)		δR (mm)		δRa (mm)					
			比率	OK/NG	比率	OK/NG	比率	OK/NG	比率	OK/NG				
下部工	タイプ1-No.1	P1	26.710	61.420	0.435	OK	54.054	61.420	0.880	OK	0.000	61.420	0.000	降伏無
下部工	タイプ1-No.1	P1	30.020	61.420	0.489	OK	52.964	61.420	0.862	OK	0.000	61.420	0.000	降伏無
下部工	タイプ1-No.2	P1	22.285	61.420	0.363	OK	53.015	61.420	0.863	OK	0.000	61.420	0.000	降伏無
下部工	タイプ1-No.2	P2	25.808	63.210	0.408	OK	52.429	63.210	0.829	OK	0.000	63.210	0.000	降伏無
下部工	タイプ1-No.3	P2	29.211	63.210	0.462	OK	52.120	63.210	0.825	OK	0.000	63.210	0.000	降伏無
下部工	タイプ1-No.3	P2	20.526	63.210	0.325	OK	51.599	63.210	0.816	OK	0.000	63.210	0.000	降伏無

5. せん断照査：道路橋示方書 V(耐震設計編)およびⅢ(コンクリート橋編)に準じて照査を行った：S ≤ Ps



6. メナーゼヒンジ部の照査：道路橋支承便覧 H30 年版に記載の限界状態 1 の制限値に対し照査を行った：全く OK

7. 斜材の引張力に対する照査：プレストレスを含めた合成軸力が圧縮となっている事を照査した：全て OK(橋軸方向のみ)

考察

今回、準拠規準の改訂に伴い設計基準を平成 29 年道示として照査を行ったが、過年度（平成 14 年道示）の成果に対して PC 鋼材及び配筋の変更が必要となった。PC 部材である上部工及び斜材を変更すると、常時計算まで再計算となり、詳細設計（設計計算、図面、数量）が全てやり直しとなることから、壁、鉛直材の鉄筋変更で対応することを検討した結果、全部材について、制限値を満足することができた。これは、特定の部材の剛性を上げ、断面力が移行することによって、鉄筋を変更する部材を限定することができた事例である。また、メナーゼヒンジ部の照査も道路橋支承便覧平成 30 年を採用し検討を行っている。以上より、常時設計で決定された部材を、耐震設計での最小のランクアップで、耐震性能を確保する方法に寄与できたと言える。