PRC 桁を用いた補強盛土一体橋梁の常時および地震時応答に関する検討

	(公財)鉄道総合技術研究所	正会員	○古屋卓稔	轟俊太朗	岡本大
(独)	鉄道建設・運輸施設整備支援機構	正会員	下津達也	西恭彦	玉井真一

1. はじめに

補強盛土一体橋梁(図1)は、インテグラル橋梁と補 強盛土を組み合わせたコンクリートと土の複合構造で あり、近年、鉄道橋梁に適用事例が増えている橋梁形 式である¹⁾。また、桁、橋台、補強盛土が一体となる ため、支承レスによる維持管理費の低減や背面盛土の 沈下を抑える利点を有している。

一方、補強盛土一体橋梁は主に短スパンで適用され、 30m 以上の長スパンで用いられた施工事例は少ない。 また、長スパンの単純桁構造で一般的な PRC 構造を用 いた施工事例はない。そこで、本研究では補強盛土一

補強盛土:セメント改良土 +ジオテキスタイル ・ジオテキスタイル ジオテキ スタイル 橋台 インテグラル橋梁*と補強盛土の一体化 ※インテグラル橋梁:桁と橋台を一体化さ せたラーメン構造

図1 補強盛土一体橋梁概要図

体橋梁の利用拡大を目的として、PRC 桁を用いた長スパン補強盛土一体橋梁の常時および地震時の応答解析 を実施した。なお、桁構造として鉄道橋梁で採用事例の多いプレキャスト製複数主桁の PRCT 桁を用いており、 本研究では PRCT 桁と橋台との接合時期を踏まえた検討を行った。

2. 検討概要

図2に解析モデルを示す。解析モデルは、常時・地震時解析共に二次元骨組みモデル、作用は一般的な鉄道 用ラーメン高架橋と同等とした。地震時解析では非線形応答スペクトル法を用いた静的非線形解析を実施した。 なお、既往の研究²⁾では、単純桁として設計された35mスパンのPRCT桁を40mスパンに適用しており、本 研究でも同様の構造を踏襲した。これは、桁の端部を剛結することによりラーメン構造となるため、部材断面 を小さくすることが可能なためである。図3に、適用した桁の側面図と中央径間断面図を示す。なお、既往の 研究²⁾との断面の違いとして、桁端部の剛結に伴う負の曲げモーメントに対応可能なPCケーブル配置とした。

また、解析ケースを表1、表2に示す。表1に示す補強盛土ばねケースは、 桁の伸縮を経験するとばね値が低下するため³⁾、強ばねを新設時、弱ばねを 経年時として想定している。また、これらの補強盛土ばねケースを合わせて、 表2に示すく体厚さ、収縮量、接合時期をパラメータとした解析を行った。

	表1 補	歯盛土ば ね	ュケース				
_	ギわケーフ	設計ばね定数kgt(kN/m)					
-	よねりース	弱ばね	強ばね				
	引張側	51,675	258, 373				
	圧縮側	218, 400	436, 800				



連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7281

	上部工・桁								下部工・橋台							
解析 曲げモーメン			軸力	照査結果							軸方向	曲げモー	せん断	照査結果		
ケース	中央径間 端部		(kN)	中央径間部・曲げ		端部・曲げ せん断		鉄筋 メント		カ	曲げ		せん断			
	(kN⋅m)	(kN⋅m)	※負:引張	安全性	復旧性	耐久性	安全性	復旧性	安全性	耐久性	本数	(kN・m)	(kN)	安全性	耐久性	安全性
1	45855	-3850	-3486	0.78	0.73	0.38	0.78	0.73	0.73	0.92	72	17236	3048	0.76	0.58	0.22
2	46502	-3204	-11658	0.81	0.77	0.98	0.67	0.70	0.73	0.92	86	23705	5093	0.91	0.98	0.36
3	47285	-2421	-3392	0.82	0.77	0.58	0.46	0.38	0.73	0.92	72	13991	2451	0.92	0.64	0.24
4	48106	-1300	-10565	0.85	0.80	1.23	0.51	0.49	0.73	0.92	108	18227	3922	0.86	0.85	0.37
5	49123	-347	-13662	0.86	0.81	1.55	0.57	0.60	0.73	0.92	108	25330	5908	0.97	1.12	0.42
6	48578	-1128	-13296	0.85	0 80	1 44	0 59	0 63	0 73	0.92	108	25027	5738	0 79	0.91	0 40

表3 常時の応答値および照査結果

3. 常時検討結果

表3に常時の解析結果および照査結果を示す。なお、照査項 目は鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物)⁴⁾に準 拠した。ケース1とケース2の比較より、強ばねが作用するケ ース2で桁の中央径間曲げモーメントと引張軸力が増大するこ とが確認できる。そのため、桁の照査値もケース2が大きくな った。ただし、端部では逆の傾向となった。また、く体厚さ1.0m であるケース3、4では、く体厚さ1.4mであるケース1、2と比 較して中央径間部の曲げモーメントが増大する結果となった。



特に、ケース 4 の耐久性の照査結果では、PRC 桁の中央径間部で照査値を満足しない結果となった。すなわち、本橋梁形式では橋台の曲げ剛性を増やすことで、PRC 桁の中央径間部での照査を安全側とすることが可能となるといえる。

また、収縮量 400µ としたケース 5 で桁の中央径間曲げモーメントが最大となり、照査値も最も大きくなる 結果となった。ただし、接合時期を 3 ヶ月としたケース 6 で、応答値および照査値を減らすことが可能となっ た。すなわち、接合時期を調整することで桁の照査値を緩和することが可能となる。なお、桁の端部では、PC ケーブル配置を負の曲げモーメント対応としたことにより、照査値が全て満足する結果となった。

一方、橋台では、ケース1とケース2の比較より、強ばねが作用するケース2で曲げモーメントとせん断力、 それに伴う照査結果が大きくなる結果となった。また、桁の結果と同様に、く体厚さを1.0mとしたケース3、 4、収縮量を400µとしたケース5で照査値および軸方向鉄筋本数が増加する結果となった。

4. 地震時検討結果

図4に、表2に示すケース1での地震時のプッシュオーバー解析結果を示す。解析の結果、L2地震動の地 表面設計地震動の弾性加速度応答⁵⁾を以内にどの部材も降伏が発生しない結果となった。これは、鉄道構造物 で想定しているL2地震であっても無損傷となることを示している。また、L2地震動時の変位量が16mm程度 であり、一般的なラーメン高架橋の地震時変位量に比べて小さい変位量となった。これより、補強盛土一体橋 梁による地震時応答の低減が確認できた。

5. まとめ

PRC 桁を用いた際の補強盛土一体橋梁について検討を行った。常時解析より、く体厚さと接合時期を調整 することで応答を小さくすることが可能となることを確認した。また、地震時解析より、鉄道構造物で想定し ている L2 地震時であっても、常時検討で決定した断面であれば部材の降伏がないことを確認した。

参考文献

1)玉井真一,神田正幸,龍岡文夫:補強土橋台一体橋梁,コンクリート工学,Vol.52,No.14,2014.10.2)古屋ほか:PC 構造を 用いた GRS 一体橋梁の長大スパン化に関する常時解析検討,土木学会第 69 回年次学術講演会,V-112,pp.223-224,2014.9. 3)佐々木ほか:長スパン GRS 一体橋梁の温度伸縮が地震時応答に与える影響の解析的検討,土木学会第 69 回年次学術講演会, I-402,pp.803-804,2014.9.4)鉄道総合技術研究所編:鉄道構造物等設計標準・同解説-コンクリート構造物-,丸善,2004 5)鉄道総合技術研究所編:鉄道構造物等設計標準・同解説-耐震設計-,丸善,2012