

# 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

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○古屋卓稔 田所敏弥 岡本大  
 (独) 鉄道・運輸機構 正会員 下津達也 西恭彦 玉井真一

## 1. はじめに

ジオシンセティックス補強土一体橋梁(以下、GRS 一体橋梁)は、ジョイントレス化によるコストを削減したインテグラル橋梁と、耐震性の高い補強土橋台を一体化させた構造である(図1)。また、近年、鉄道橋梁への適用が開始された状況である<sup>1)</sup>。

これまで、12m の RC 単版桁を用いた事例や2径間 60m の SRC 桁を用いた事例があるものの、桁に PC 構造を用いた事例はない。一方、一般的な PC 桁であれば 30m 以上のスパンでの施工事例は多くあり、GRS 一体橋梁の桁を PC 構造とすることで施工性や経済性を向上させることが期待できる。ただし、GRS 一体橋梁を PC 構造とする場合には、端部接合による影響などの設計方法について検討を行う必要がある。

そこで、本研究では、今後の GRS 一体橋梁の幅広い利用を目的とし、まず、PC 桁を GRS 一体橋梁に適用した場合

の常時状態の検討を行った。

## 2. 検討概要

検討に用いる PC 桁は、一般橋梁でも採用事例の多い複数主桁の PRCT 桁構造とした。そのため各種桁の荷重分担を考慮することが必要となることから、解析では三次元モデルを用いた(図2)。また、GRS 一体橋梁は、ラーメン構造であるため、インテグラル橋梁と同様に部材の断面寸法を小さくすることが可能となる。そのため、本検討では 35m スパンの標準的な PRCT 桁断面を 40m スパンに適用して解析を行った。図3に適用した桁の側面図と鋼材配置図を示す。

解析では、既に設計法が確立されている補強土橋台の設計とラーメン高架橋の設計を組み合わせて行った。また、収縮・温度、補強材や地盤のばねをパラメータとして与えた。表1に収縮ケース、表2にばねケースを示す。なお、ばね値は実験値より大小の幅を持たせており、強ばねは新設、弱ばねは経年時を想定している。

解析モデルは、桁を格子モデルとし、橋台を梁モデル、アプローチブロックをばねモデルとした。照査は安全性、復旧性、耐久性について行った。表3に、照査に用いた作用の組合せと作用係数を示す。なお、作用は新幹線のラーメン高架橋の照査を行う場合と共通とした。

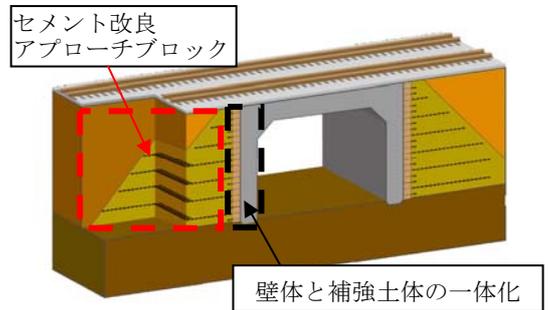


図1 GRS 一体橋梁概要図

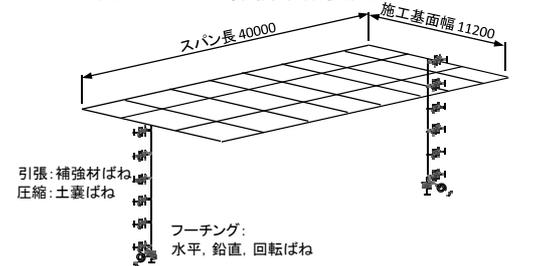


図2 三次元モデル概要図(単位:mm)

表1 収縮解析ケース

	収縮	温度変化
収縮ケース1	150 μ	-
収縮ケース2	0 μ	+10℃
収縮ケース3	300 μ	-10℃

表2 橋台背面ばね値

	引張ばね(補強材)		圧縮ばね(土壌)	
	ばね定数(kN/m)	上限値(kN)	ばね定数(kN/m)	
強ばね	258,300	1,178	2,912,000	
弱ばね	20,600	470	728,000	

表3 照査に用いた作用の組み合せと作用係数

作用	安全性	復旧性	耐久性
	破壊	損傷	ひび割れ
固定死荷重	1.1	1.0	1.0
付加死荷重	1.2	1.0	1.0
列車荷重	1.35	1.23	
衝撃荷重	1.35	1.23	
制動荷重および始動荷重	1.23	1.23	
ロングレール縦荷重	1.0	1.0	0.8
温度変化の影響	1.0	1.0	0.8
乾燥収縮の影響	1.0	1.0	1.0

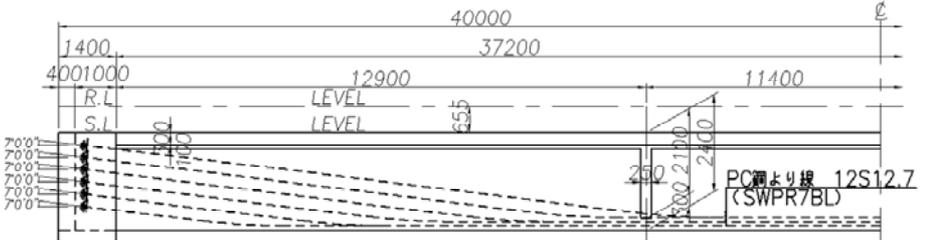
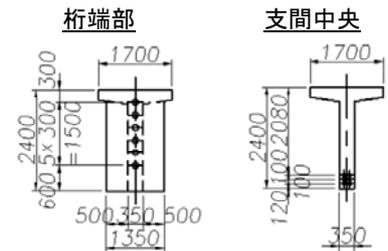


図3 PRCT 桁側面図および鋼材配置図(単位:mm)



キーワード GRS 一体橋梁, 収縮ひずみ, 長大スパン化

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

### 3. 解析結果

図4に安全性における上部工の曲げモーメントの分布を示す。縦軸は曲げモーメント、横軸は橋軸方向の距離である。図4より、収縮ひずみ量が最大となる収縮ケース3で、中央の曲げモーメントが最大となった。また、端部ではラーメン構造となったため負の曲げモーメントが発生しており、収縮ケース2で最大となる結果が得られた。一方、ばね値の強弱に関する差は収縮量の差に比べて小さいものとなった。

図5, 6に安全性と復旧性についての上部工の照査結果を示す。ここで、横軸の収縮ひずみ量は表1の温度変化について線膨張係数を $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ として収縮ひずみ量に加えたものである。各結果より、概ね図4の曲げモーメント結果との相互関係が得られた。また、膨張時に弱ばねの照査値が大きくなり、収縮時に強ばねの照査値が大きくなる傾向が得られた。これは、軸力がばねによる拘束の影響を受けるためであり、収縮ひずみ量が大きい場合において引張軸力が大きく作用したためである。特に桁端部では曲げモーメントが小さく、軸力の影響が顕著に表れている。

本検討では、35mのPC桁断面を40mスパンに適用していることから、単純支持であれば支間中央で照査値が厳しいものとなる。しかしながら、GRS一体橋梁とすることでラーメン構造となるため、35mのPC桁断面とした場合でも、支間中央の照査値は1.0以下となり照査を満足する結果となった。一方、端部では負の曲げモーメントが発生するため、本検討で使用した鋼材配置では照査を満足しない結果となっている。今回の検討では鋼材の配置を単純桁のままとしているので当然の結果ともいえるが、発生している負の曲げモーメントが中央支間に比べて小さいことから、鋼材配置や断面の変更で対応が可能であると考えられる。

### 4. モデル化の影響

3.では桁の分担率の算出を含め、GRS一体橋梁全体を三次元モデルとした詳細な解析を行った。次に、設計方法の簡易化を目的として、桁を二次元の格子モデルで解析を行い、桁と橋台の二次元ラーメン骨組み解析に入力する方法と三次元モデルによる方法の比較を行った。二次元格子モデルでは、固定支持された図3のPC桁を用いた。表4に比較結果を示す。表4より、三次元のGRS一体橋梁と二次元の固定支持による格子解析結果が概ね一致する結果が得られた。

このことから、二次元の格子モデルを用いることで、PC桁を用いたGRS一体橋梁の上部工を設計することが可能であるといえる。つまり、二次元の格子解析と二次元のラーメンモデルの設計を組み合わせることによって、三次元モデルを用いずに常時設計が可能となると考えられる。

### 5. まとめ

長大スパンGRS一体橋梁にPC桁を用いることを目的とした常時解析を行った。35mのPC桁断面を40mスパンに適用した場合でも支間中央で照査結果を満足する結果が得られた。また、二次元計算のみで常時設計が行えることを確認した。今後は地震時ならびに、桁と橋台の具体的な接合方法について検討を行う予定である。

### 参考文献

- 1) 永谷達也, 田村幸彦, 飯島正敏, 舘山勝, 小島謙一, 渡辺健治: GRS一体橋梁(実物大試験)の施工と動態計測, ジオシンセティックス論文集, Vol.24, pp.219-226, 2009.12.

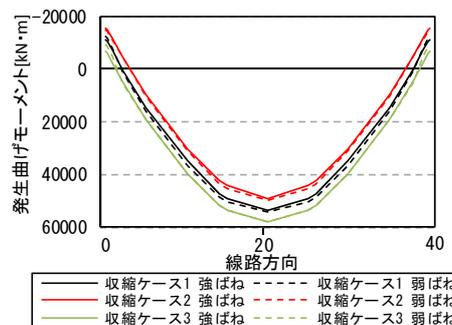


図4 発生曲げモーメント (上部工)

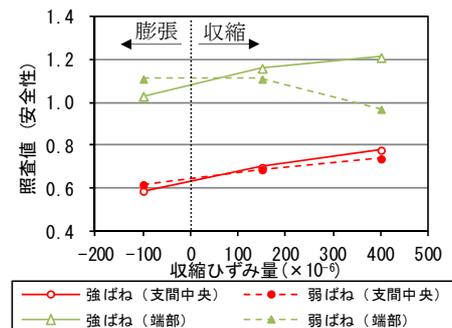


図5 上部工照査結果 (安全性)

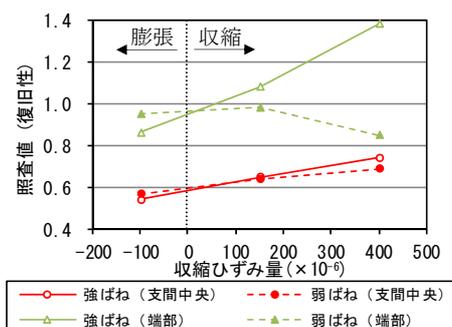


図6 上部工照査結果 (復旧性)

表4 上部工分担率

		分担率			
		G1桁	G2桁	G3桁	G4桁
端部	三次元モデル	0.33	0.22	0.21	0.24
	二次元モデル	0.32	0.22	0.21	0.24
支間中央	三次元モデル	0.26	0.25	0.24	0.24
	二次元モデル	0.26	0.25	0.24	0.24