

長スパン化した GRS 一体橋梁の桁の温度伸縮に対する解析的検討

鉄道総合技術研究所

正会員

○栗山亮介 猿渡隆史 加藤久也 西岡英俊

鉄道建設・運輸施設整備支援機構

正会員

山東徹生 西恭彦 森野達也 陶山雄介

レールウェイエンジニアリング

正会員

青木一二三

1. はじめに

桁と橋台を一体化したインテグラル橋梁の弱点である桁の温度伸縮による壁体および背面盛土の損傷に対して、背面を補強盛土（ジオテキスタイル等の引張補強材を土中に多数配置して土の自立性を高めた盛土）と一体化したGRS一体橋梁が開発されている。これまで主にスパン20m程度までを想定した開発・適用が進められているが、20mを超える長スパン化を図る場合には、常時の桁の乾燥収縮および温度伸縮による変位振幅が大きくなり、補強材のばね剛性および破断強度が低下することが既往の実験より確認されており¹⁾、これがコンクリート部材の設計にも大きな影響を与えられとされる。本報文では静的線形解析により、GRS一体橋梁の桁伸縮による不静定断面力に補強材のばね剛性の違いが及ぼす影響について検討した。

2. 解析条件

2.1 解析モデル

図-1に構造解析モデルの概略図を示す。桁長は58.7m（31.5m+27.2m）の長スパンのGRS一体橋梁とした。基礎底面については、水平および鉛直ばね抵抗を設定した。なお、本解析では鉛直ばねを2か所に分割して設定することにより、回転抵抗を模擬した。橋台背面の水平抵抗として、主働側変位に対しては補強材ばね、受働側変位に対しては背面地盤ばね（補強土橋台で用いられる設計水平地盤反力係数 $k_h=65000\text{kN/m}^3$ から算出）を考慮した。作用の組み合わせは【死荷重+列車荷重+衝撃荷重+コンクリートの乾燥収縮+温度変化の影響】とした。温度変化の影響は下降時のみとし、列車荷重はスパンが長い起点側のみに作用させた。

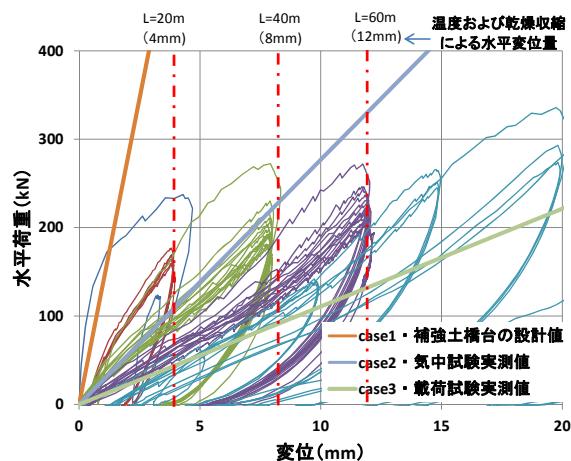


図2 正負交番載荷試験による荷重変位関係図

2.2 数値解析に用いる補強材ばねのばね剛性

本解析では、補強材ばねの主働側のばね剛性を既往の補強土橋台用の設計値²⁾を基本（Case1）として、これを低減した計3ケースについて静的線形解析を実施した。これは乾燥収縮および温度伸縮の影響を想定した実物大の補強盛土壁の正負交番載荷試験において、載荷初期は既往の設計値と同程度のばね剛性が期待できるものの、長さ20mを超える桁の乾燥収縮および温度伸縮相当の変位振幅を繰り返し作用させると徐々に

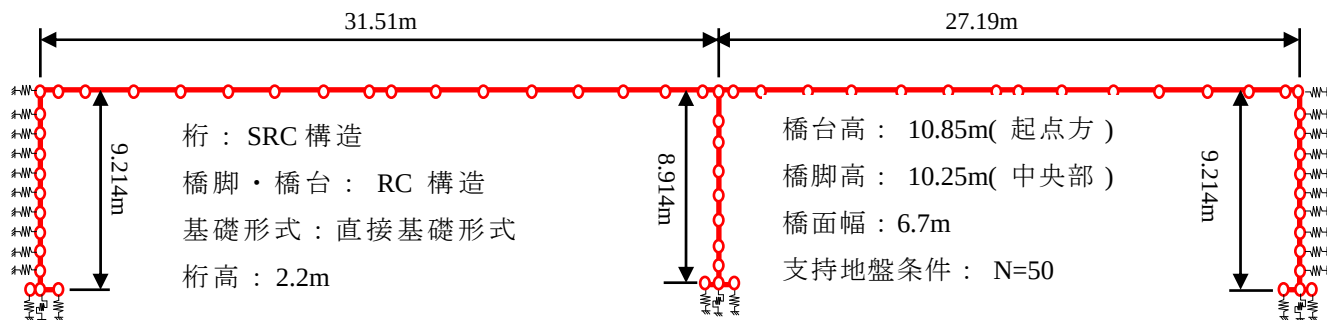


図1 構造解析モデル概要図

キーワード：長スパン化，GRS 一体橋梁，補強材ばね剛性，温度変化

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所 TEL：042-573-7261

にばね剛性が低下し、最終的には設計値の1/10程度まで低下することが確認されたこと¹⁾を踏まえたものである。図2に正負交番载荷試験による荷重変位関係図と本解析で用いた各ケースの剛性を示す。Case2のばね剛性はCase1の20%で気中での補強材単体の剛性と同程度で、Case3はCase1の8%で载荷試験での最終段階での実測値と同程度となっている。すなわち、Case1が建設直後に相当し、長期間の温度伸縮を経験した状態がCase3に相当する。

3. 解析結果

図3に桁に作用する軸力の比較を示す。その結果、桁に発生する引張軸力は補強材ばね定数が大きいcase1が最も大きい。case2はcase1の20～30%程度、case3はcase1の15%未満である。桁に発生する引張軸力は、コンクリートの乾燥収縮と温度低下による熱収縮に起因するものが主である。これらの作用が同じ場合、桁の収縮を引き留める抵抗に依存するために、補強材ばね定数が小さくなるとともに、桁に作用する軸力が低下したものと考えられる。このことから補強材ばね定数が小さいほうが、桁部材の照査において有利になることが考えられる。図4に桁に作用する曲げモーメントの比較を示す。スパン中央部では下側引張の曲げモーメントが発生し、その大きさはcase1が最も大きい。また、起点側の隅角部では上側引張の曲げモーメントが発生しており、case2およびcase3はcase1の2倍程度の曲げモーメントが発生しているため、設計上では留意する必要があるが、その数値は大きくないことに加え、隅角部の断面諸元は地震時の検討により決定されるケースがほとんどである。図5に橋台に作用する曲げモーメントの比較を示す。橋台に作用する曲げモーメントはcase1が最も大きくcase3が最も小さい。これらの断面力は桁に乾燥収縮および温度低下による熱収縮により橋台前面側に変位する際、橋台背面の補強材ばねにより拘束されたことにより発生したものであるため、補強材抵抗が大きいcase1が最も曲げモーメントが大きくなったと考えられる。

4. まとめ

GRS一体橋梁を長スパン化した場合、常時設計に関しては主に乾燥収縮および温度収縮によるひび割れの発生を回避することが設計上の決定ケースとなると想定される。長スパン化により桁の伸縮変位が増加して補強材ばね定数が低下するという挙動が部材の不静定応力におよぼす影響は、主に桁の引張軸力および橋台背面側が引張側となる曲げモーメントを低下させるため、常時のRC部材のひび割れ照査という観点からは悪影響は及ぼさないということが確認できた。隅角部などでは発生断面力が若干大きくなる傾向もあるが、設計段階で適切に配慮することで対応可能と考えられる。従って、常時設計の観点からは、桁長60m程度まで長スパン化したGRS一体橋梁の適用は可能と考えられる。

参考文献

- 1) 加藤ら：GRS一体橋梁の長スパン化を想定した補強盛土壁の正負交番载荷試験（その2：試験結果），第48回地盤工学研究発表会，2013（投稿中）
- 2) 鉄道総合技術研究所編 鉄道構造物等設計標準・同解説 土留め構造物，2012

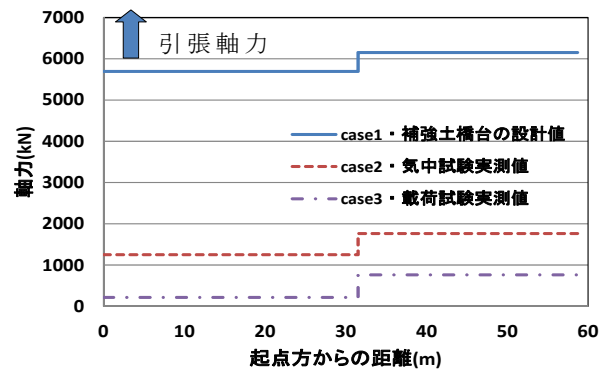


図3 桁に作用する軸力の比較

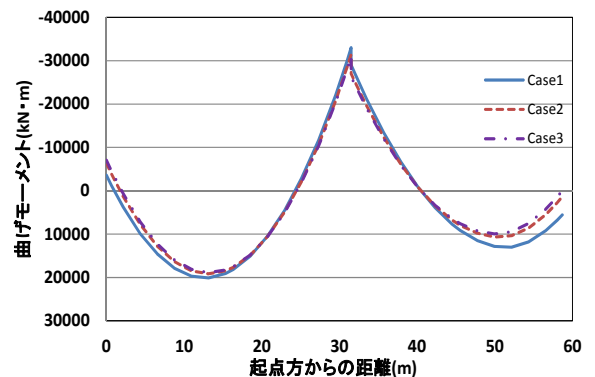
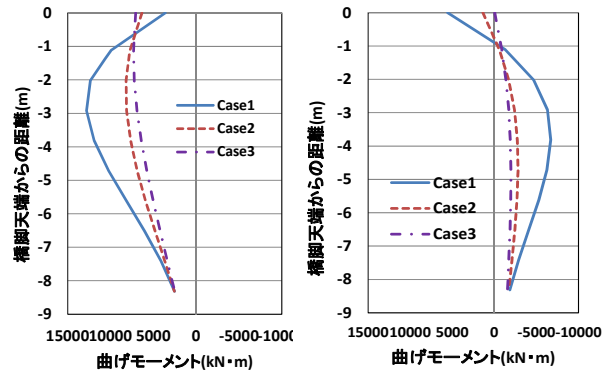


図4 桁に作用する曲げモーメントの比較



(a) 起点側橋台

(b) 終点側橋台

図5 橋台に作用する曲げモーメントの比較