

論文の内容の要旨

論文題目 補強盛土一体橋梁の長スパン化を実現する使用限界状態設計法
氏名 玉井 真一

本論文は、橋梁形式の1つであるインテグラル橋梁に含まれる新形式橋梁である“補強盛土一体橋梁”について、その実用化のための技術を述べたものである。特に、長スパン化を実現するために必要である使用限界状態設計法について研究した。本論文は9章で構成されている。

1章では、補強盛土一体橋梁が包含されるインテグラル橋梁の現況と、本論文の構成を述べた。

2章では、本論文の前段としての補強盛土一体橋梁の開発経緯を示した。従来型橋台と支承を有する橋梁の改良として、インテグラル橋梁と補強土橋台の開発が別個に行われてきたが、両者を組み合わせてインテグラル橋梁を補強盛土と一体化したものが“補強盛土一体橋梁”である(図1)。また、本研究の題材とした実橋梁の施工例を示した。最後に、補強盛土一体橋梁の特長と課題を整理することで、本研究の目的を述べた。

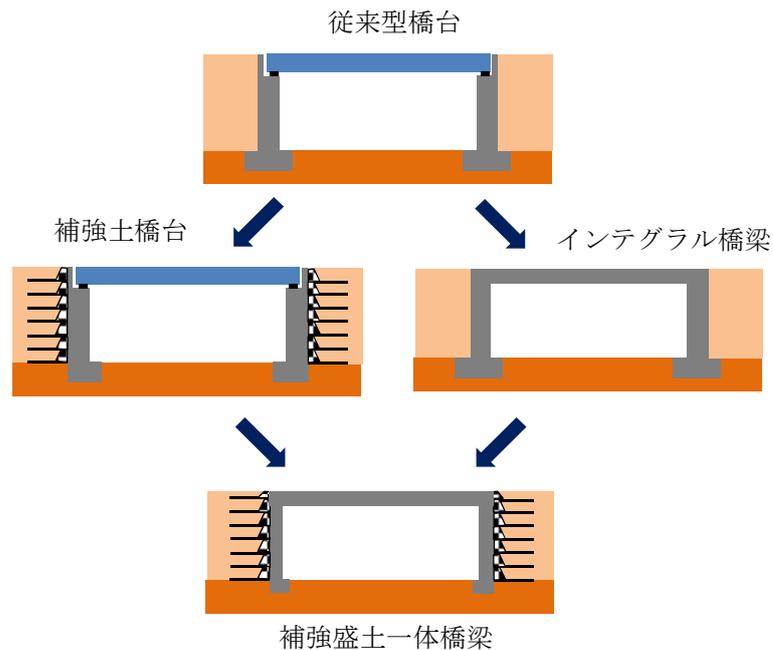


図1 補強盛土一体橋梁の開発経緯

3章では、補強盛土一体橋梁の最初の施工例である北海道新幹線中学校線架道橋について、設計検討の内容を示し、さらに現場計測による橋梁の挙動調査と検証の結果を述べた。その結果、補強盛土一体橋梁が実用的な橋梁として建設可能であること、その挙動が経年変化に対して安定していることを述べた。

橋台背面で橋梁に定着された盛土補強材のひずみの経時変化から、インテグラル橋梁と補強盛土が一体化していること、および、盛土補強材のひずみ変化により橋桁の変位が吸収されていることを確

認した (図 2)。また、桁の温度変化と桁端の水平変位との関係は、安定段階に入るとコンクリートの線膨張係数に近似した直線関係にあり、補強盛土による橋梁への拘束の程度は低いことを明らかにした (図 3)。

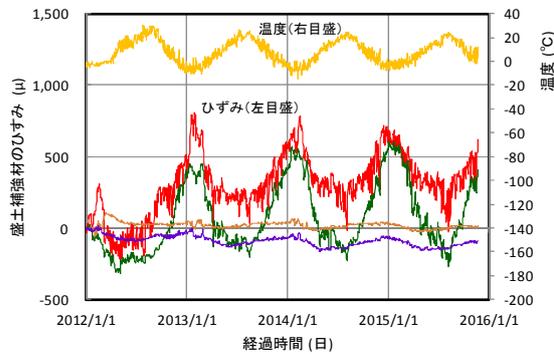


図 2 盛土補強材ひずみの経時変化

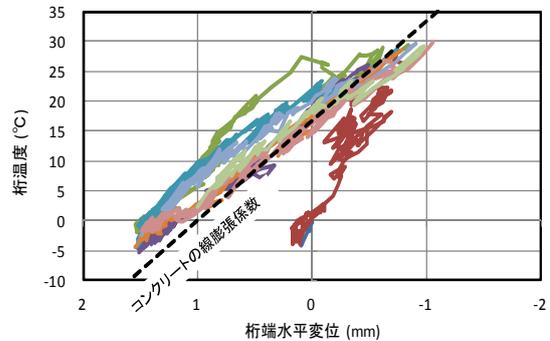


図 3 桁の温度と水平変位の関係 (中学校線架道橋)

4章では、東北地方太平洋沖地震による津波被害の復旧に適用された補強盛土一体橋梁である三陸鉄道ハイペ沢橋梁について、設計検討の内容を示し、さらに現場計測による橋梁の挙動調査と検証の結果を述べた。

補強盛土一体橋梁の橋台壁と補強盛土の境界部を実大で切り出したモデルの載荷試験を行った。その結果、境界部は盛土補強材の自由長 (ひずみが発生する範囲の長さで 400mm) × 使用状態のひずみの制限値 (3%) = 12mm に相当する引張変位能力を有していることを明らかとした。その結果、伸縮桁長 30m, 橋長 60m に及ぶ長スパン化した補強盛土一体橋梁であるハイペ沢橋梁の建設が可能となった。また、盛土補強材のばね剛性は変位の増大とともに低下すること、最大荷重は設計基準破断強度に達する前に頭打ちとなり、変位が増加する延性的な破壊形態を示すことを明らかとした (図 4)。

現場計測の結果、ハイペ沢橋梁においても桁の温度変化と桁端の水平変位との関係は、安定段階に入るとコンクリートの線膨張係数に近似した直線関係にあることを確認し、長スパン化した補強盛土一体橋梁の挙動が経年変化に対して安定していることを述べた (図 5)。

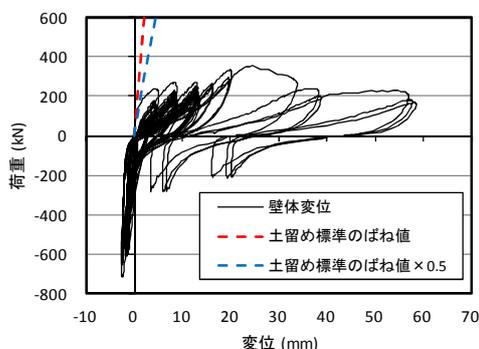


図 4 橋台壁と補強盛土の境界部の特性

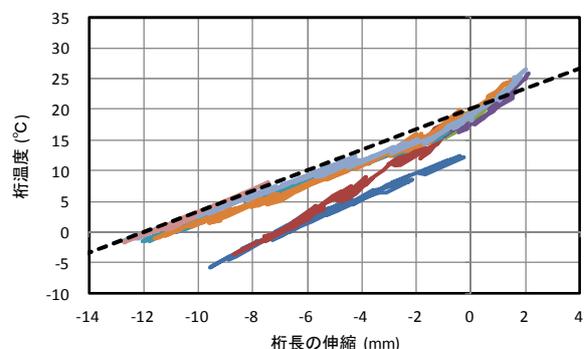


図 5 桁の温度と水平変位の関係 (ハイペ沢橋梁)

5章では、長スパン化した補強盛土一体橋梁の適用範囲を拡大するために行った、PC桁を用いた補強盛土一体橋梁の開発について述べた。

まず、橋梁の使用限界状態の応答値の算定方法を検討し、汎用の橋梁設計プログラムを用いてPC-T桁を用いた補強盛土一体橋梁の設計が可能であることを述べた。

次に、PC-T桁と橋台壁の接合構造と接合部の耐力算定方法を提案し、耐力算定方法に対する実験的検証を行った。接合面のせん断伝達耐力に相当するせん断応力度により、接合面を分割した面の偶力モーメントを算定することで、接合部のねじり耐力を算定することが可能であることを述べた。また、PC-T桁と橋台壁の接合部の縮小モデルの載荷試験により、終局時には接合部が破壊せずに橋台壁上端に塑性ヒンジが形成されることを確認し、L2地震を上回る大地震に対する危機耐性を確保できることを述べた（図6）。

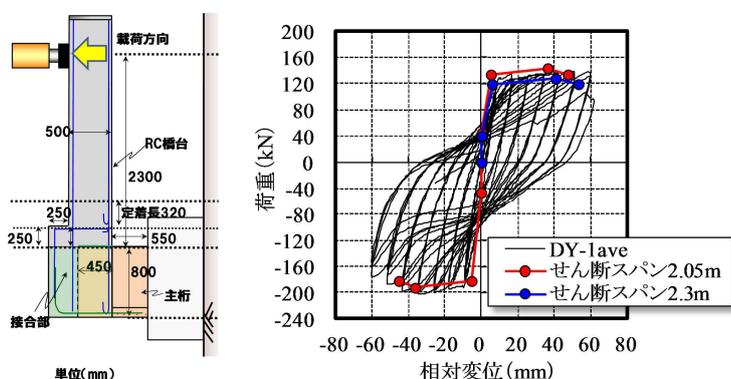


図6 橋台壁上端に形成される塑性ヒンジの特性

6章では、PC桁を用いた補強盛土一体橋梁の最初の適用例である九州新幹線原種架道橋について、設計検討の内容を示し、さらに現場計測による橋梁の挙動調査と検証の結果を述べた。

設計検討の結果、補強盛土一体橋梁と単純桁では永久作用時の曲げモーメントは内訳が異なるものの合計値ではほぼ等しく、補強盛土一体橋梁の断面寸法は単純桁と同一としたことを示した。また永久+変動作用時の曲げモーメントは、単純桁よりも補強盛土一体橋梁の方が小さく、使用限界状態において補強盛土一体橋梁は単純桁よりも余裕度の高い設計となっていることを述べた（図7）。

原種架道橋は橋梁完成から約6カ月ではあるが、現場計測の結果は前述の2橋と同様であることを述べた（図8）。

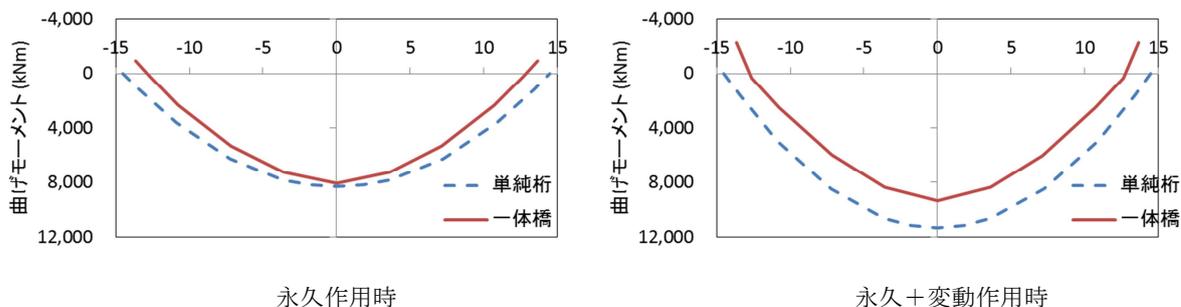


図7 単純桁と補強盛土一体橋梁の曲げモーメント

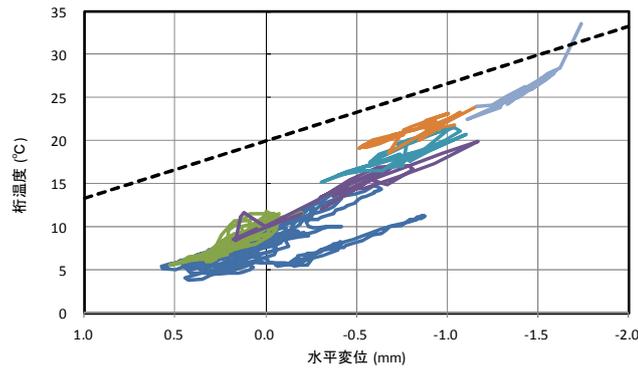
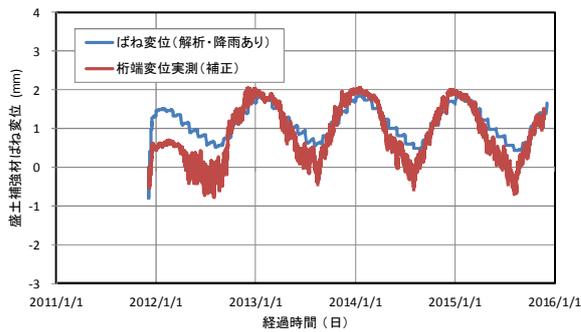


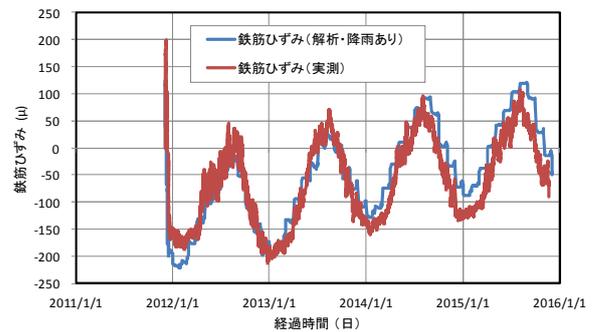
図 8 桁の温度と水平変位の関係（原種架道橋）

7章では、補強盛土一体橋梁の長期挙動の検証のために行った、マルチスケール統合解析シミュレーションの結果を述べた。

まず、中学校線架道橋について検討を行い、現地における降雨の影響を考慮することで精度の高いシミュレーションが可能であることを述べた（図 9）。次に、原種架道橋についてシミュレーションを行い、設計耐用期間 100 年に至るまでの経年変化に対して PC 桁を用いた補強盛土一体橋梁の挙動が安定していることを述べた。



盛土補強材ばねの変位



主桁下縁側鉄筋のひずみ

図 9 中学校線架道橋における解析結果と実測結果の比較

8章では、補強盛土一体橋梁の設計・施工を一般化するために作成した設計・施工マニュアルの概要を示した。

9章では結論として論文全体のまとめを示すとともに、今後の課題について記した。