

ライフサイクルコストを用いた鉄道施設の耐震対策優先度判定法

坂井公俊 室野剛隆 佐藤勉

鉄道システム全体の地震対策の優先順位を客観的・定量的に評価可能な手法として、地震対策前後のライフサイクルコストの差(DLCC)に基づく地震対策優先度設定手法の提案を行った。本手法では地震を確率論的に評価し、この地震動評価結果を元に各施設の損傷確率、対策前後のライフサイクルコストを計算することで、対策の有効性を評価する。提案手法の適用例として、モデル線区に対して各対策を実施した場合のDLCCを算定し、対策優先順位の設定を行った。その結果、たとえ同一地盤、同一構造が並んだ路線であっても、地震活動度が異なるとう有効な対策が変化することが分かった。本手法を用いることで、線区の輸送密度、輸送量、地震活動度、地盤条件、構造形式、設計年代などの各種条件を反映させた上で、各路線ごとに適切な地震対策を選定可能となることが期待される。

(鉄道総研報告, 2011年2月号)

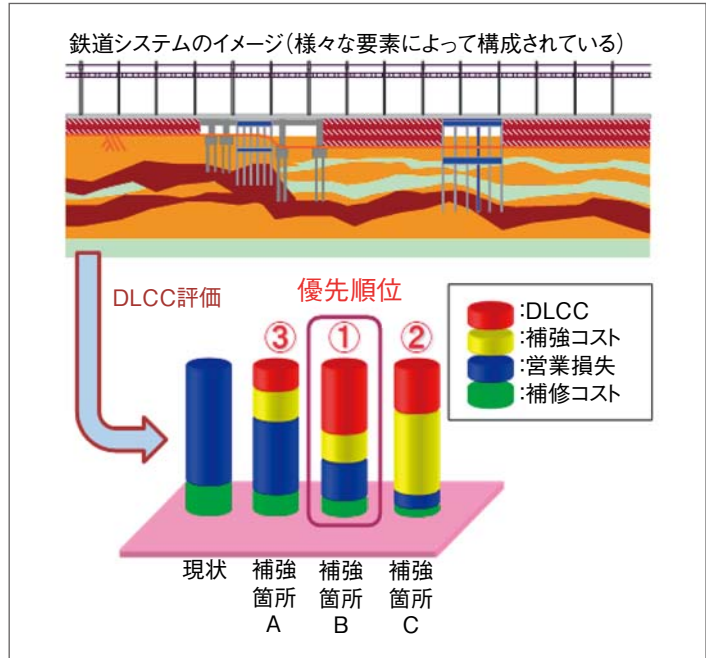


図 地震対策優先度の判定イメージ

グラウト充填不良を有するPC桁の鋼材破断後の耐力評価法

渡辺健 田所敏弥 谷村幸裕 轟俊太郎 前田友章 徳永光宏

我が国には、数多くのポストテンション式プレストレストコンクリート(PC)桁が、鉄道橋として供用されている。このようなPC桁におけるPC鋼材の劣化は、図に示す通りPC桁の力学性能を大きく変化させ、構造物の使用性や安全性を脅かすことから、鋼材破断後のPC桁の力学性能を適切に評価し、それに応じた補修・補強を実施することが重要である。

本研究は、安全性の視点からグラウト充填不良を有するPC桁が、PC鋼材破断後に有する曲げ耐力を、鋼材とグラウトの付着特性に着目することで、適切に評価することを目的とした。すなわち検討では、PC鋼材破断実験を行いPC鋼材とグラウトの付着特性を取得することで、鋼材破断後にPC桁に残存するプレストレス量を把握した。そして、残存プレストレス量を用いたグラウト充填不良を有

するPC桁の鋼材破断後の曲げ耐力評価法を提案し、この評価法をPC桁の載荷試験結果と比較することで検証した。

(鉄道総研報告, 2011年2月号)

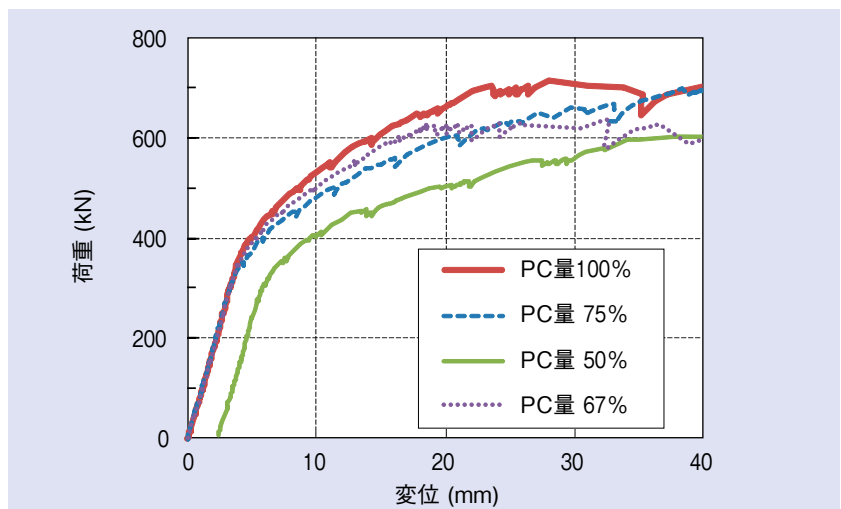


図 残存プレストレス量に依存したPC桁の荷重-変位関係の変化

アーチ型鋼材を用いたラーメン高架橋梁の補強工法の開発

田所敏弥 谷村幸裕 轟俊太郎 前田友章 前田欣昌

都市部のラーメン高架橋においては、建設から多くの歳月が経過しているため、耐久性や耐震性の観点から、大規模な改修が必要となる場合がある。

高架橋の梁においては、スラブと一体となったT形断面であることから、補強材を巻き立てることができず、施工性に優れた補強工法がないのが現状である。そこで、本研究では、図に示す施工性に優れた高架橋梁の補強工法を開発した。本工法は、アーチ型鋼材の上側に曲げ補強鉄筋を配置し、アーチ型鋼材とせん断補強鉄筋をボルト接合した状態で、充填コンクリートを打設し、梁を再構築する補強工法である。

本研究では、高架橋の梁およびスラブを模擬した試験体の正負交番載荷試験を行い、補強梁の耐力、変形性能の算定方法を提案した。さらに、曲げ補強鉄筋とアーチ型鋼材の連結部の仕様が補強梁の耐力、変形性能に大きく影響することを示し、連結部の設計法を提案した。

(鉄道総研報告, 2011年2月号)

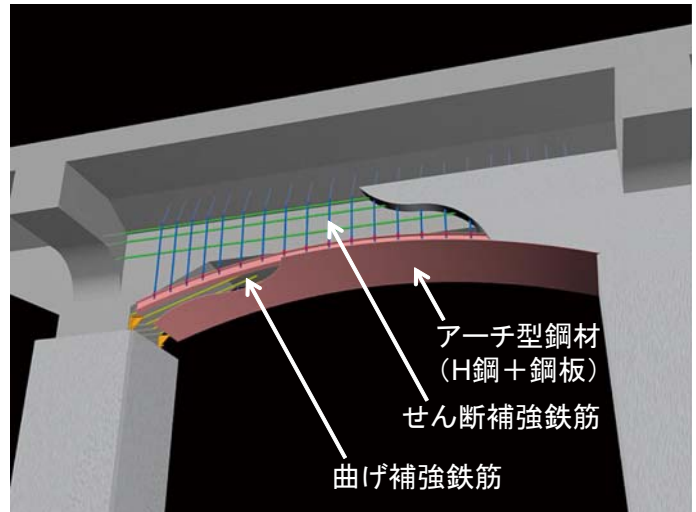


図 高架橋梁の補強工法の概要

ピボット支承を有する旧式鋼橋の耐震性評価および補強法

池田学 芝寛 吉田直人 黒田智也

都市内に数多く存在する建設年代の古い鋼橋について、耐震性能を照査し、必要に応じて補強を行うことが求められている。このような旧式鋼橋は、橋脚の上下にピボット支承が多く用いられているが、その耐力・変形性能については今まで検討事例がなく、大規模地震に対する評価法が不明であった。

本研究では、ピボット支承の交番載荷試験を行いその耐力・変形性能を評価し、その結果を用いて代表的な旧式鋼橋の大規模地震に対する耐震評価を試みた。耐震評価の結果、ピボット支承の応答が大きく、弱点箇所となりうる事がわかった。そこで、3つの補強法（ピボット支承を直接補強する簡易な補強リング、橋脚間と下横構のブレース補強）を提案し、構造全体系での時刻歴応答解析を行って効果を確認した。その結果、補強リングの設置により4割、橋脚間や下横構のブレース補強により2~9割、ピボット支承の照査値が低減する効果が得られることがわかった。

(鉄道総研報告, 2011年2月号)

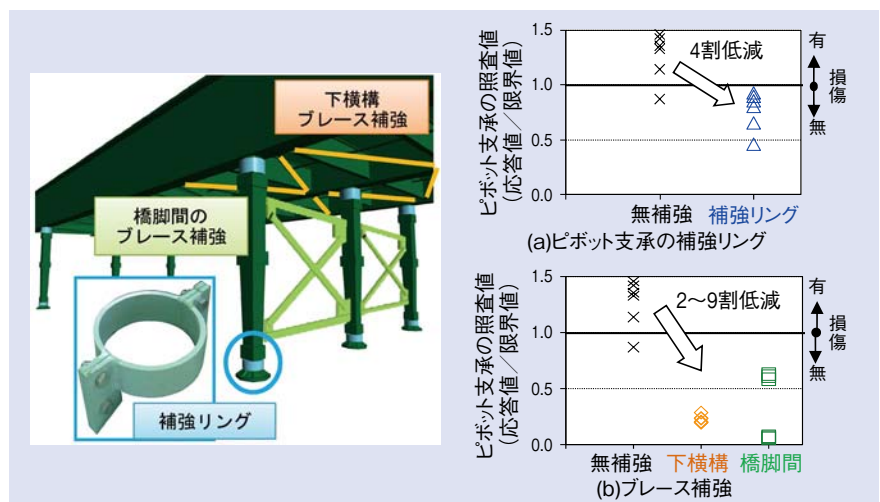


図 各種補強とその効果

方杖型制振ダンパによる線路上空建築物の耐震補強効果

山田聖治 清水克将 武居泰

橋上駅等の線路上空建築物は、基礎梁のない形態が多い、ホーム上の旅客流動や列車通過のためにブレースや耐震壁等の耐震要素の線路階への配置が困難、列車および架線を跨ぐために線路階の階高が高い、等の構造的特徴を有している。

本研究では、耐震要素の設置範囲の制約を考慮した既存線路上空建築物の大地震対策として、パッシブタイプの方杖型制振ダンパを用いた場合の補強効果を検証した。まず、大型試験体による振動台実験(図)によって、小変形時から大変形時における制振効果の差異や方杖型制振ダンパで重要となるダンパ接合部の応力状態を確認した。また、ARXモデルによって基本動特性である固有振動数・減衰定数を推定し、制振ダンパによる動特性の変動程度を評価した。そして、実構造物を想定した解析的検討を行うことで、方杖型制振ダンパによる線路上空建築物の耐震補強効果について総合的に検証した。

(鉄道総研報告, 2011年2月号)

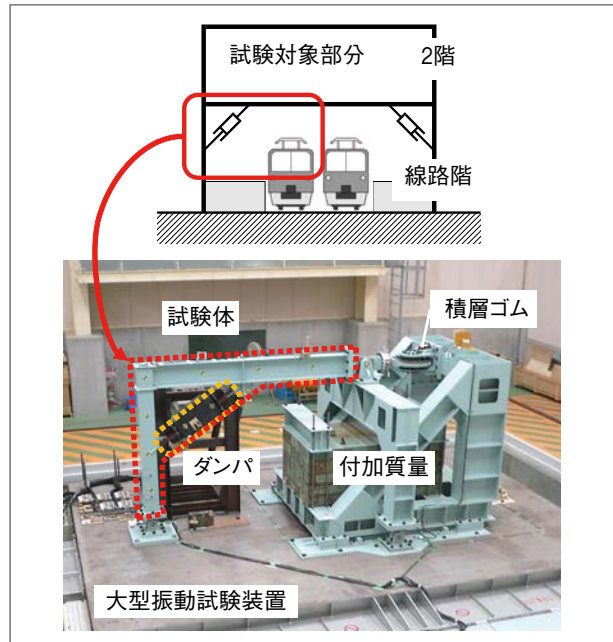


図 実験全体写真

深い土被りを有する橋脚の耐震性評価法

西村隆義 室野剛隆

河川部や地盤の不陸の大きい箇所などでは、深い土被りを有する橋脚が存在する。この場合、土被りが橋脚の地震時挙動に影響を及ぼすことが想定されるが、その影響は十分に把握されていない。そこで本検討では、深い土被りを有する橋脚の地震時挙動について解析的な検討を行った。その結果、土被りには拘束効果と作用効果があることが分かった。

拘束効果としては、構造物全体系の剛性の向上および耐力が向上する(図1)。その結果、土被りが深いほど地震時に背負う慣性力が増大し、応答せん断力の増加などの影響があることが分かった。作用効果としては、土被り地盤のせん断振動により地盤が強制変位として橋脚に作用する。その結果、橋脚の断面力が増加することが分かった(図2)。

また基礎の設計に用いられる応答変位法に土被り地盤の影響を考慮することで、静的解析においても構造物と土被り地盤の動的相互作用を評価可能であることが確認できた。

(鉄道総研報告, 2011年2月号)

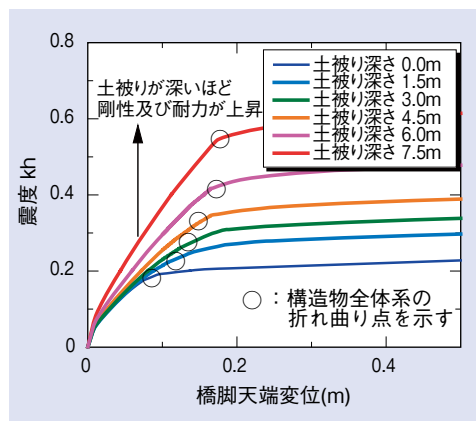


図1 荷重変位関係

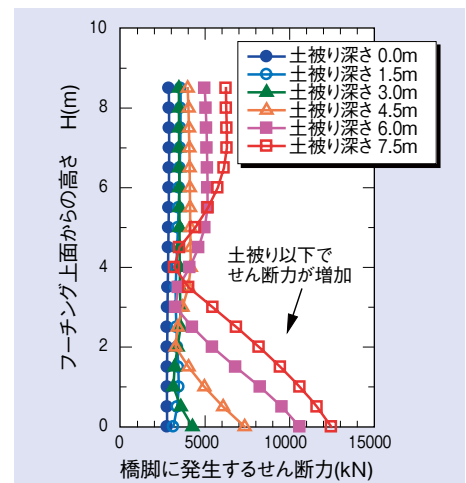


図2 橋脚に発生する最大せん断力

棒状補強材により串刺補強した仮復旧盛土の耐震性評価法

坂本寛章 小島謙一 後藤幸司

近年、大規模な降雨や地震等の自然災害が発生し、盛土にも被害が度々発生している。盛土は比較的復旧が容易な構造物であるが、被災規模や現場条件等により復旧に時間を要する場合がある。また、仮復旧後に本復旧を実施する2段階施工となる場合が多く、本復旧完了までには多大な経費や時間を要しているのが実状である。本研究ではこのような課題を克服するため、大型土のうによる仮復旧盛土に対し、棒状補強材を用いて容易に補強できる復旧工法を提案した。提案工法に対して模型振動実験を行い、棒状補強材による補強効果や地震時の挙動メカニズムを確認した。実験結果をもとに、提案工法の破壊・変形モー

ドを仮定して模型振動実験に対する検証解析を実施し、安定計算法の妥当性を確認した。同様の計算法を用いて試設計を行い、提案工法に対する設計法をとりまとめた。

(鉄道総研報告, 2011年2月号)

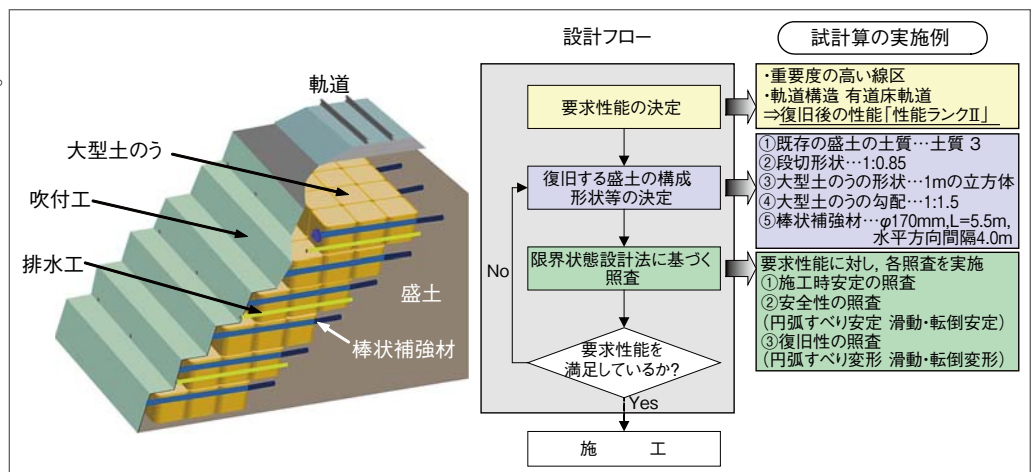


図 提案工法の概要と試計フロー

遠隔非接触振動計測による岩盤斜面の安定性評価法

村田修 上半文昭 齋藤秀樹 馬貴臣

これまで岩盤や浮石の安定性評価は地表踏査による目視観察で行われてきたが、近年、写真測量や物理探査などの非破壊検査手法の適用が試みられるようになった。

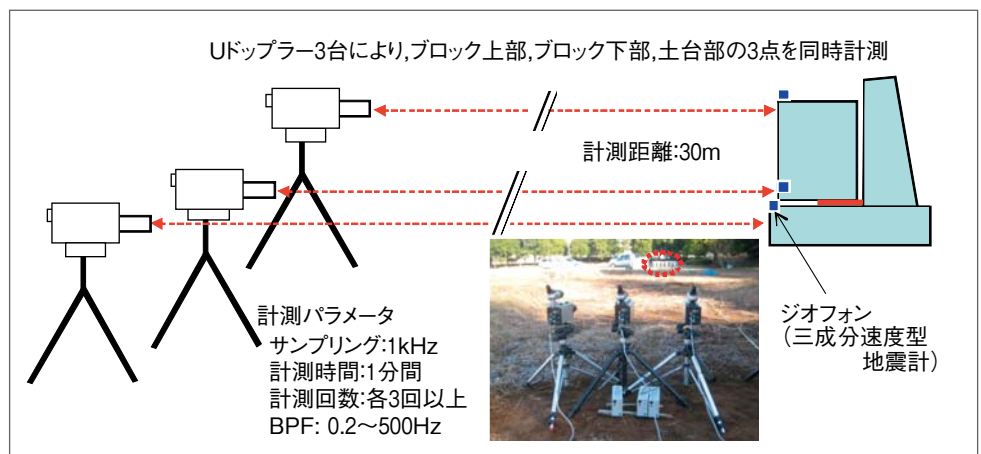
中でも地震計を設置して岩塊の振動特性を調べる手法は、定量的な安定性評価手法として期待されている。しかしながら、これらの手法は、危険な急がい斜面上での作業量が多い点が課題である。

そこで、振動計測による岩盤斜面評価手法の効率化、安全化を目的としてUドップラーを用いた遠隔非接触振動計測技術の同手法への適用を検討することとした。

今回、模型実験をもとに、不安定岩塊の安定性と卓越周波数の関係を求める基礎的資料を得た。また、数値解析を

実施し、模型実験を再現できることを確認したので今後、模型実験を補完して、安定性の閾値を求めることを行うこととした。また、現場計測も実施し、閾値の妥当性を確認することとしている。

(鉄道総研報告, 2011年2月号)



地質不良区間における既設山岳トンネルの地震対策工の選定法

野城一栄 嶋本敬介 小島芳之

山岳トンネルも地震規模が大きく震源に近い場合は地震により被害を受けることがある。昨今、覆工内面への補強材の貼り付け（内面補強）、覆工背面空洞への裏込注入、路盤ロックボルト、インバート等による耐震補強が進められているが、これらの対策工の定量的な効果については不明な点が多い。筆者らは、断層破碎帯等の地質不良区間における、地震対策工の定量的な効果を明らかにするために、1/50スケール載荷装置を用いた模型実験と、圧ぎを表現することのできるモデルを用いた数値解析により研究を行った。その結果、内面補強はひびわれを抑制し剥落を防止できること、裏込注入はトンネルの変形性能を向上させ天端の圧ぎを抑制できること、路盤ロックボルトは盤膨れを抑制できることがわかった。また、インバート追加は既設トンネルで施工するには制約が多いが、変形や盤膨れを抑制する根本的な対策工であることがわかった。

(鉄道総研報告, 2011年2月号)

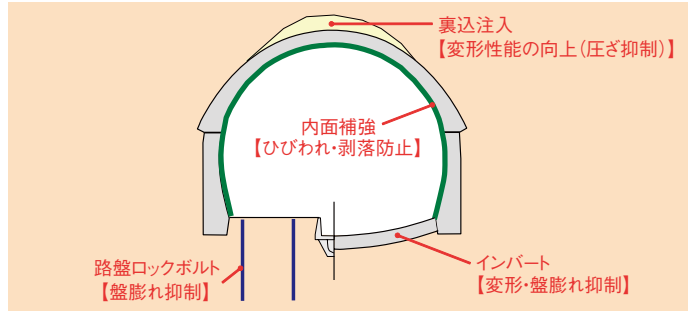


図1 山岳トンネルの対策工とその効果の模式図

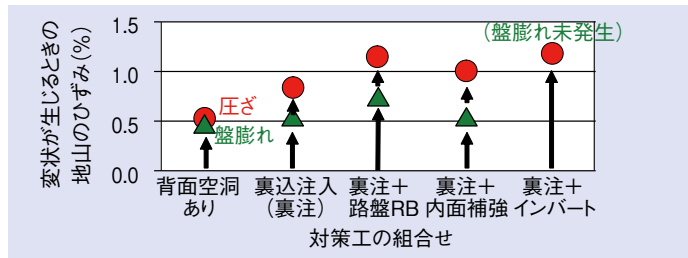


図2 解析による対策工の効果の評価結果の例