

学位論文紹介

修士論文概要

論文名：補強土併用一体化橋梁（新設・既設）の常時・地震時安定性の模型実験による検討

著者名：黒田 哲也

指導教員：龍岡 文夫（東京理科大学）

授与年月：2012年3月

1. はじめに

我が国は世界有数の地震大国であり、2007年能登半島沖地震、2011年東北地方太平洋沖地震等の近年の大地震では、鉄道・道路・宅地等の盛土・擁壁などの多数の土構造物が崩壊し復旧に多大な時間を要した。同時にRC構造物の橋台が無補強盛土とで橋桁を支持する従来形式橋梁も多く被害を受けた。また一方で、本国では高度経済成長期に大量の道路橋が整備され、鉄道橋は明治・大正時代に建設された橋梁が既存橋梁の大半を占め、多くの橋梁が高齢・老朽化する時代となってきた。既存橋梁の約80%は、抗土圧構造物である橋台は重力式やRC片持ち梁構造であり支承部を介して橋桁を支持する形式である。このため、レベル2地震動に対して十分な耐震性を有し工費と維持管理費含めて経済性に優れた新設の新形式橋梁、さらに既設の従来形式橋梁の効果的かつ経済的な補強工法が必要とされている。

本研究では、各種従来形式橋梁の諸問題を解決できる新形式の新設橋梁であるGRS（Geosynthetic-Reinforced Soil）一体橋梁、及びGRS一体橋梁の構造技術を基礎にした既設の従来形式橋梁の桁・橋台・背面盛土を一体化して耐震補強した橋梁形式の常時及び地震時安定性を実験的に検討した。図-1に今回安定性を実験的に研究した各種橋梁形式の一覧を、図-2, 3に振動台実験に用いた模型橋梁を示す。

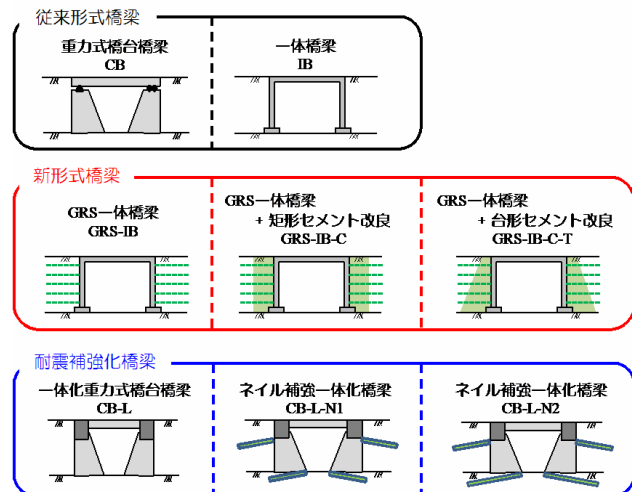


図-1 安定性を研究した各種橋梁形式の一覧

2. 新設の新形式橋梁の地震時安定性

既往の研究と本研究で実施された従来形式橋梁及び新形式橋梁の模型振動台実験の結果を用いて詳細な動的応答特性の解析を行い、それに基づいて各橋梁形式の耐震性能を定量的に評価した。図-3aに、大変形（破壊）が開始した共振時の応答加速度 a_t （動的強度）と減衰比 ξ の関係を示す。 a_t と ξ のいずれの値も、従来形式（CB）で最小、盛土補強と構造一体化によって増加して、GRS 一体橋梁と NRS 一体化橋梁で最大である。これらの ξ の値は、RC 独立構造物で想定される値(0.05 程度)よりも遥かに大きい。これは、崩壊時の盛土の内部減衰が大きいことと、桁・壁面工が盛土と一体化してその動的エネルギーが逸散しやすくなった結果である。これらの実験結果から、従来形式橋梁は地震時に支承部と無補強の背面盛土が構造上大きな弱点であり、桁・橋台・背面盛土が構造的に一体化されていないため耐震性が低いことを示した。一方、橋桁と橋台を一体化し、かつ背面盛土を橋台に定着した補強材で補強した新形式橋梁は、①動的強度、②減衰特性、③動的延性、④初期剛性の4点で優れていることから、従来形式橋梁よりも遥かに耐震性能が高い。

3. 既設の従来形式橋梁を耐震補強した橋梁の常時・地震時安定性

GRS 一体橋梁の高い安定性は、支承を排除した橋桁と橋台の一体化と、盛土の壁面工に定着したジオグリッドによる補強による壁面工と盛土の一体化である。本研究では既設従来形式橋梁に対し、①支承部の固定、②背面盛土の橋台に定着した大径補強体による補強によって耐震補強した橋梁形式の耐震性能を定量的に評価した(図 3b)。その結果、GRS 一体橋梁と同様に、耐震補強した既設橋梁形式は、①動的強度、②減衰特性、③動的延性、④初期剛性の 4 点で優れていて従来形式橋梁よりも耐震性能が大幅に改善されている、という結論を得た。一方、橋桁と橋台の一体化によって、橋台上部には橋桁の周期的な熱膨張収縮による繰返し水平変位が生じる。このために背面盛土が沈下し土圧が上昇するが、背面盛土を大径補強体で補強することにより盛土の沈下は抑制できて土圧上昇には対応できることが明らかになった。

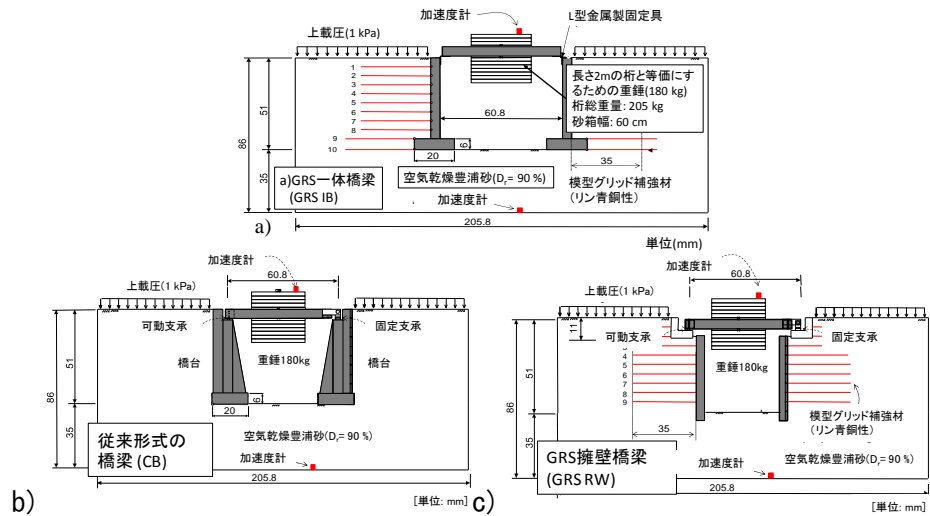


図 2 各種新設橋梁の模型

4. 入力周波数の影響

上記の従来形式橋梁、新形式橋梁及び耐震補強した橋梁形式の動的応答特性は、入力振動数 5 Hz の正弦波加振の模型振動台実験の結果に基づく。この結論の一般性を確認するために、入力振動数を 2~30 Hz に変化させた正弦波加振実験を行った。その結果、上記の四点の動的応答特性の特長は、

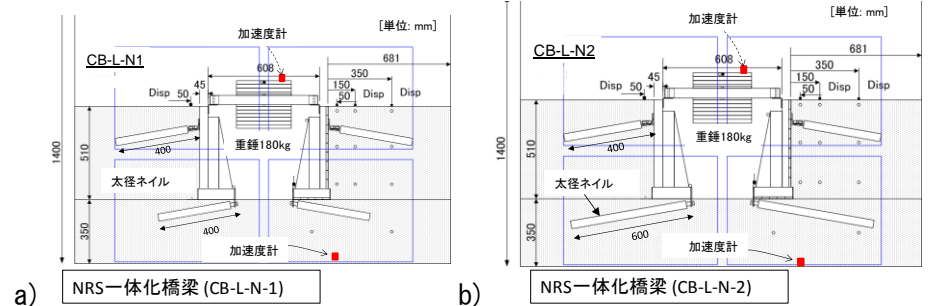


図 3 耐震化既設橋梁の模型

入力振動数が 5 Hz の正弦波の場合に限定されたものではなく、周波数が異なる入力に対しても一般的に成り立つものであることを確認した。

5. 結論

新設の新形式橋梁、及び一体化耐震補強した既設橋梁は①動的強度、②減衰特性、③動的延性、④初期剛性の 4 点で動的応答特性が優れていて、従来形式橋梁よりも遥かに耐震性能が高い。

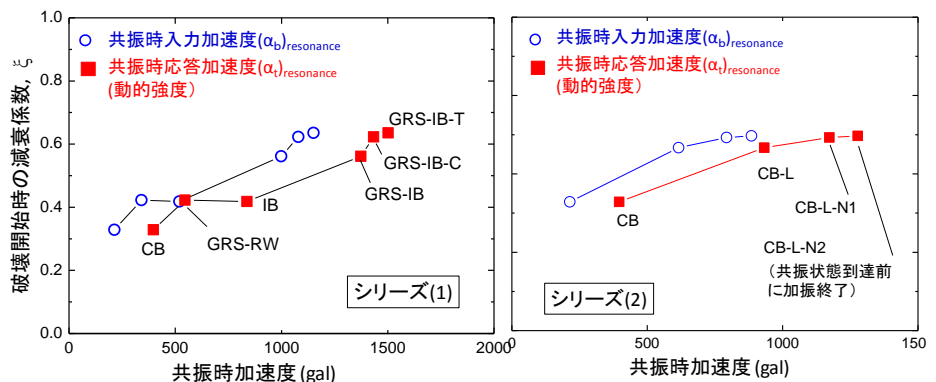


図 4 各種橋梁模型の破壊時の加速度と減衰比の関係