

導電塗料を用いたPC桁の曲げひび割れ検知システム

永坂亮介 仁平達也 岡本大

近年、プレストレストコンクリート（以下、PC）桁では、施工時のグラウト充填不良に起因して、シーす内部のPC鋼材の腐食や破断が生じ、ひび割れの発生や桁の耐力低下が懸念されています。これに関して、変状の初期症状である、ひび割れを早期に発見することは、予防保全の観点から有効と考えられます。しかし、PC桁はひび割れを許容しない構造で、列車通過後はひび割れが閉じてしまうため、目視によって検知することは困難です。

そこで、コンクリート表面に導電塗料の回路を構築し、通電の有無から、ひび割れを検知する手法を提案しました。本手法は、ひび割れが発生した位置を特定可能な回路構成

としており、載荷試験により、幅0.2mm以上のひび割れが、検知できることを確認しました。また、実構造物を対象に列車通過時のみ作動し、ひび割れ状況を遠隔地からモニタリングできるシステムを開発しました。

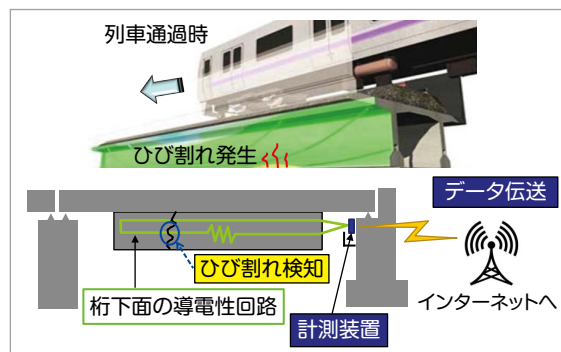


図 PC桁下面の曲げひび割れを検知するモニタリングシステム

目視に基づくRC構造物の鉄筋腐食速度の推定法

轟俊太郎 渡辺健 田所敏弥 岡本大

鉄筋コンクリート（RC）構造物の鉄筋腐食による劣化を予測するには、鉄筋腐食速度を評価することが重要です。しかし、供用中のRC構造物における鉄筋腐食速度は、材料条件や施工条件、水掛かりなどの環境条件の影響を受け、構造物や部位・部材毎に大きくばらつきます。そのため、劣化予測の精度を向上させるには、構造物や部位・部材の各種条件に応じて、鉄筋腐食速度を評価することが重要となります。そこで、目視で確認できるはく落等の変状に基づき、鉄筋腐食速度を推定する手法を提案しました（図）。本手法は、発生した変状を基に逆解析で鉄筋腐食速度を算定するため、材料・施工・環境の詳細な調査を必要とせず、それらの影響を含んだ鉄筋腐食速度を推定することが可能です。本手法を行うに

あたり、新たに必要となる調査項目は、かぶりコンクリートのはく落面積のみであり、目視を主体とする全般検査で簡易に鉄筋腐食速度を推定することができます。

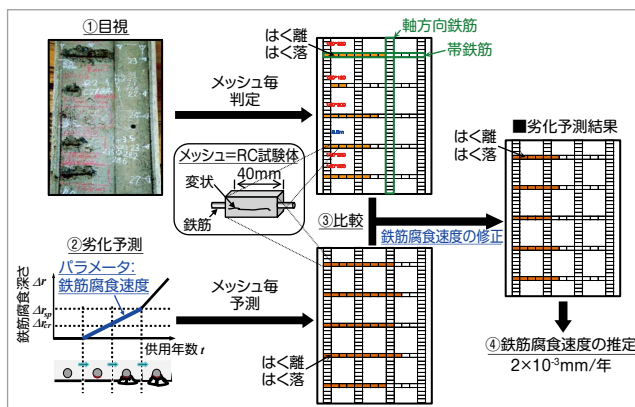


図 目視に基づく鉄筋腐食速度の推定法

支持状態が変化した既設鋼桁端部の圧縮耐力の評価法

戸崎隆之 吉田善紀 中田裕喜 小林裕介

出水や地震等の災害時に下部工が傾斜・滑動することで、鋼桁支点部では図に示す支点部に隙が生じる変状や支点が橋軸方向に移動する変状が発生する場合があります。これらの変状に対し、暫定的に応急復旧を行うことで、運行を再開する場合がありますが、被災した鋼橋の供用可否を判断するためには支持状態が変化した鋼桁端部の圧縮耐力を適切に評価することが重要となります。

そこで実物大載荷試験により、支持状態が変化した鋼桁端部の座屈性状や最大荷重を把握し、圧縮耐力に与える影響が支点部に隙がある状態では小さく、支点移動した状態では大きいことを確認しました。また、列車荷重の範囲では支点部の隙や移動が生じた状態が

鋼桁端部に与える影響が小さいことを確認しました。これら得られた結果を基に、支持状態が変化した鋼桁端部の圧縮耐力の評価法を提案しました。

なお、本研究の一部は国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施しました。

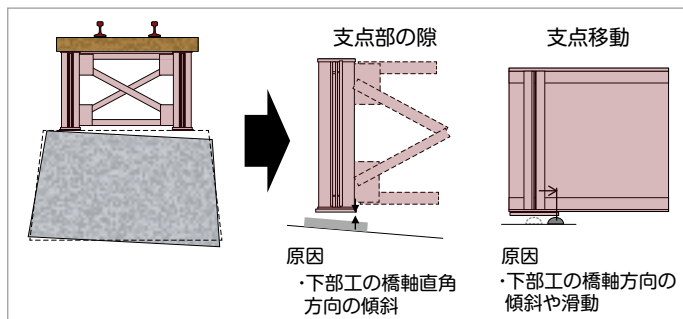


図 支点部の隙および支点移動

建設時からの一貫解析による既設山岳トンネルの盤ぶくれ予測と対策の評価法

嶋本敬介 野城一栄 小林寛明 上野光

山岳トンネルにおいて、供用後に盤ぶくれが徐々に進行し、対策が必要となることがあります。本研究ではまず、トンネル完成後の盤ぶくれの要因を抽出するため、盤ぶくれが発生した新幹線トンネルのデータを整理・分析しました。その結果、盤ぶくれには地山の強度低下が大きく関係していることがわかりました。そこで、トンネル掘削から完成後の地山の強度低下による盤ぶくれ発生までを一貫して表現する数値解析手法を提案し、盤ぶくれを予測するとともに対策工の効果を評価しました。建設時からの一貫解析を実施することにより、建設時の工法やトンネル構造の違いが完成後の変状に与える影響を考慮できます。盤ぶく

れ対策工としては、下向きロックボルトを対象とし、インバートがある場合、ない場合のそれぞれについて、ロックボルトの長さや径、プレストレスといった設計諸元が盤ぶくれ抑制効果に与える影響を明らかにしました。

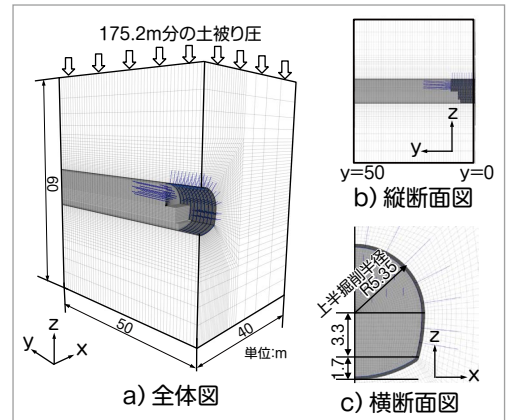


図 解析モデル図

あと施工アンカーの耐力評価と狭隘部に適用する設計法

角野拓真 田所敏弥 三倉寛明 笠裕一郎 古屋卓穂

あと施工アンカーは、コンクリート構造物等の補強や改築などに広く利用されている技術です。近年、道路トンネルにおいてあと施工アンカーの損傷により天井板崩落事故が発生するなど、その信頼性が社会的な問題となっています。

あと施工アンカーの引張耐力に関しては様々な研究が行われていますが、耐荷機構に基づく耐力評価に関する研究は少ないのが現状です。また、あと施工アンカーを実構造物へ適用する場合、アンカー間隔やへりあき寸法が小さくなる狭隘部への適用が多く、適用条件に応じた適切な耐力評価が必要となります。本研究では、実務での使用頻度が高い接着系

あと施工アンカーに着目し、載荷実験やFEM解析により耐荷機構を明らかにし、狭隘部に適用する場合の設計法を提案しました。また、提案した設計法により算定した引張耐力と、狭隘部を想定した落橋防止装置を模擬した部材実験結果を比較し、提案した設計法の妥当性を確認しました。

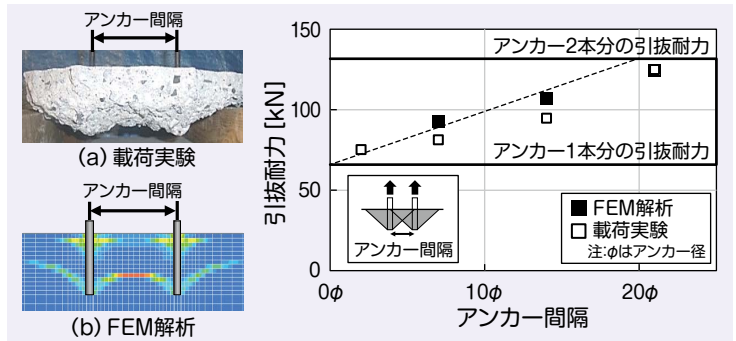


図 引張耐力とアンカー間隔の関係

大規模地震後の早期復旧に向けた高架橋の地震時損傷検知システム

仁平達也 石原匠 濱上洋平 岡本大 阿部慶太 西岡英俊

大規模地震時において、迅速に構造物の損傷状態を把握し、列車運行再開までの休止時間(ダウンタイム)を短縮することが求められます。ラーメン高架橋は、東北新幹線の約半分の割合を占める等、鉄道構造物として一般的な構造物です。この線状に配置された多数のラーメン高架橋の損傷状態を効率的かつ定量的に把握することは、大規模地震後の列車運行再開の判断材料として有効でなると考

えます。本稿では、ラーメン高架橋の模型試験体による載荷試験を実施し(図)、構造物の地震時に応答する柱の最大の傾き(最大応答部材角)を開発した部材角測定装置により測定し、振動センサにより常時微動による卓越振動数の低下率の測定を組み合わせ、遠隔地より構造物の柱と地中部材である杭の損傷状態を把握する手法について検討し、その有効性を確認するとともに、モニタリング指標を提案しました(表)。

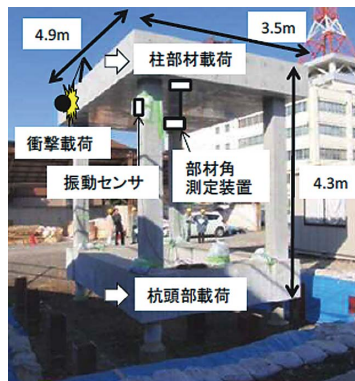


図 模型試験体の載荷試験

表 全体一次の卓越振動数の低下率と各部材の損傷レベルの関係の一例

全体一次の卓越振動数の低下率	損傷レベルの目安		運行荷判定の目安
	柱部材	杭頭部	
1.00 ~ 0.90	無損傷または 1	無損傷または 1	運行可
0.90 ~ 0.50	1 または 2	1 または 2	徐行
0.50 ~	3 以上	2 以上	補修を検討

狭隘な場所の既設橋台の耐震補強工法と設計法

佐名川太亮 上野慎也 西岡英俊 池本宏文 山田孝弘

既設橋台を対象とした耐震補強技術には、ストラット工やグラウンドアンカーにて橋台を背面地盤に縫い付ける工法、既設の橋梁・橋台・背面盛土を一体化する既設盛土一体化橋梁などが提案されています。しかしながら、これらの既往技術は、施工時に橋台前面側の用地を支障することが前提条件となることから、特に狭隘な箇所においては、用地や施工環境の制約により適用が困難となる場合があります。

そこで、施工時に橋台前面側の用地を支障することなく（あるいは支障を最小限とする）施工可能な工法として、地山補強材を用いた耐震補強工法（**図**参照）ならびに背面盛土内に柱列状改良体

を造成する耐震補強工法の2工法を提案し、模型実験より耐震性能が向上することを確認しました。また、模型実験から得られた知見を基に、レベル2地震動にも対応した耐震補強設計法を提案し、実構造物を想定した試算より、補強による耐震性能の向上を確認しました。

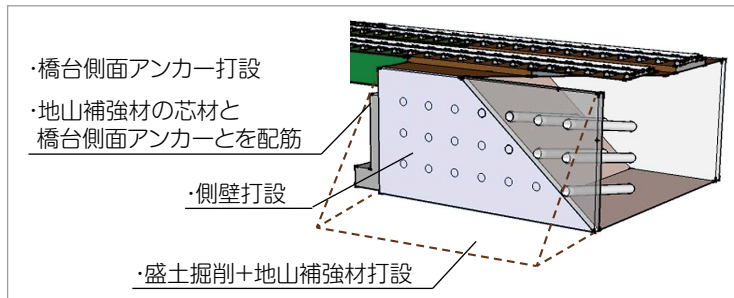


図 狭隘な場所における橋台の耐震補強工法（地山補強材を用いた補強工法）

既設駅舎の天井改良工法選定のための耐震設計法

清水克将 三木広志 山田聖治

平成25年の建築基準法改正に伴い、一定条件（規模等）の天井に対する耐震設計法が示されました。一方、ラチ内コンコース等の駅舎天井は、建築基準法の適用対象外ではあるものの建築基準法に準拠して設計されており、駅舎天井に耐震設計法を適用するためには、天井支持構造形式や駅施設の利用状況等の一般建築物とは異なる点を整理する必要性がありました。そこで、一般建築物とは異なる支持構造形式（横架材から吊り下げる形式、防水天井から吊り下げる形式）を有する駅舎天井について、解析的および実験的検討を実施し、支持構造部の剛性や強度に応じた設計用震度算定方法を提案しました。また、駅舎は不特

定多数の方が利用されることを考慮し、一定条件毎に天井の耐震性能目標を設定しました。これらに加えて、法改正前の既存天井の性能検証や、耐震化事例の収集等のその他の検討項目を整理し、駅舎天井の耐震設計に資する設計資料として取りまとめました。

支持部			
吊り材			
天井			
支持部	剛な部材（スラブ、梁）	溝形鋼等の横架材	防水折板
建物	一般建築物	橋上駅等	高架下駅
設計法	あり	なし	なし

⇒駅舎の特性を考慮した耐震設計法

図 一般建築物とは異なる駅舎天井の支持構造部の概要