

画像およびFEMを用いたRC桁のひび割れ発生要因分析

渡辺健 宮本祐輔

コンクリート構造物のひび割れは、外観において捉えやすい変状です。これを確実に捉え、構造物の評価や予測に活用することができれば、コンクリート構造物の維持管理を効率良く行うことが可能です。本研究では、デジタル画像によりひび割れを抽出し、その抽出結果を非線形有限要素解析により再現することで、鉄筋コンクリート(RC)桁下面に生じているひび割れの発生要因を推定することをを行いました。検討では、非線形有限要素解析で得られた、建設後に発生しているひび割れの特徴(発生部位、方向、ひび割れ幅)に着目して、列車荷重やコンクリートの収縮といった作用履歴を組合せてこれを再現することで、ひび割

れの発生要因を分析しました。そして、推定された要因に基づき、今後、橋りょう下面に発生するひび割れを予測しました。構造性能の評価だけでなく、構造物の劣化予測が可能となれば、構造物の調査や措置といった維持管理の計画策定にも活用できることが期待されます。

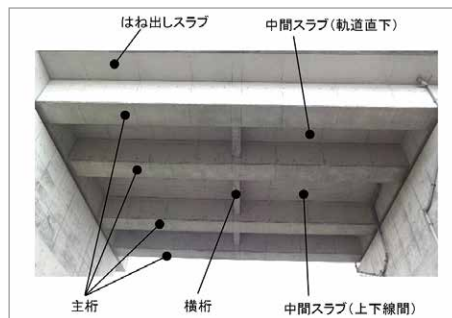


図 鉄筋コンクリート桁下面の様子

覆工のひび割れ密度とパターンによる山岳トンネルの要注意箇所抽出手法

野城一栄 水谷真基

トンネルの維持管理において、ひび割れ等が記入された変状展開図を積極的に活用してトンネルの維持管理を行う方策が模索されています。そこで、トンネルひび割れ指数とひび割れパターンにより、全般検査で重点的に検査を行う必要がある箇所(要注意箇所)を抽出する手法を提案しました。

ひび割れ指数(TCI)はひび割れの数や長さから計算される値で、値が大きいほど覆工に多くのひび割れが発生していて、健全度が悪いことを意味します。過去の経験者による判定事例を調査することにより、要注意箇所と判定する際のひび割れ指数のしきい値を定めるとともに、模型実験によりその妥当性を確認しました。

また、地圧が作用する場合には特別なひび割れパターン

が覆工に現れることがあります。ひび割れ指数に加え、このひび割れパターンを加えて評価することにより、要注意箇所の抽出制度が高められることを確認しました。

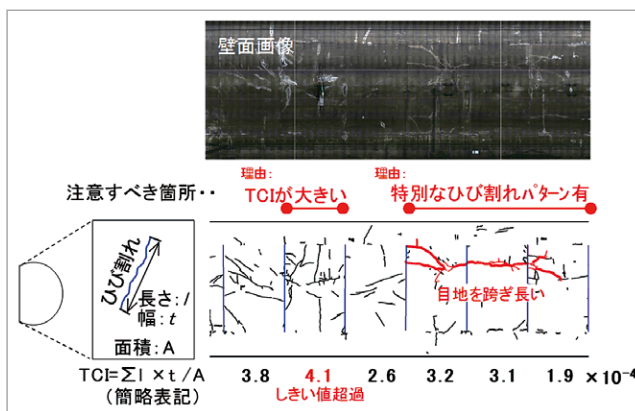


図 ひび割れ指数とひび割れパターンによる要注意箇所の抽出のイメージ

山岳トンネルの盤ぶくれメカニズムと対策工の効果

嶋本敬介 野城一栄 川越健

山岳トンネルにおいて、トンネル完成後に路盤の隆起(盤ぶくれ)が徐々に進行し、軌道変位となって現れることがあります。トンネル完成後に徐々に進行する盤ぶくれのメカニズムについては、現状では十分解明されているとは言えない状況です。また、盤ぶくれが発生した場合の対策工の効果を数値解析で適切に評価する手法が求められていました。本研究では、事例分析と模型実験から、掘削時の湧水が少なく、掘削により含水比が低下した地山に、トンネル完成後、水が供給され、強度低下し盤ぶくれするというメカニズム等を示しまし

た。また、模型実験と同様、数値解析においても地山の強度を低下させることにより盤ぶくれを表現しました。このモデルにより、盤ぶくれ対策工の効果を定量的に評価できることを示しました。

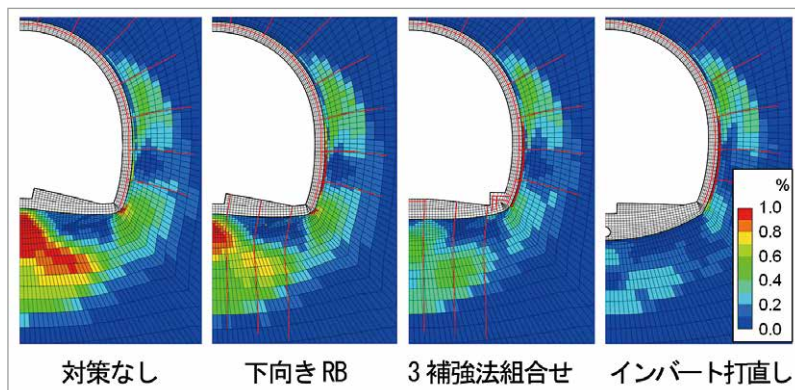


図 せん断ひずみコンター図(変形倍率20倍表示)

崩壊土砂を用いた盛土の施工管理指標

笠原康平 中島進 藤本達貴 富田佳孝

近年、豪雨等で盛土が崩壊する例が数多く発生しています。盛土が豪雨で崩壊した場合、崩壊後の土砂は多量の水を含むため、再度締固めることは困難です。また、既設盛土は現行規定を満足しない材料で構築されている場合が多いため、被災後の盛土の復旧には購入土が使用されており、工期やコストの面で課題がありました。

そこで、高含水状態の土を再利用するための石灰改良法および締固めによる土の強度増加を活用した崩壊土砂の施工管理法を提案しました。提案法は、石灰の脱水効果のみを期待するため配合強度試験が不要であり、石灰の必要添加率は理論式を用いて簡便に算定することができます。また、石灰で脱水した後は締固め度-飽和

度-強度の関係式を用いて、締固め度が必要強度から得られる目標締固め度となるように施工を行います。なお、本研究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。

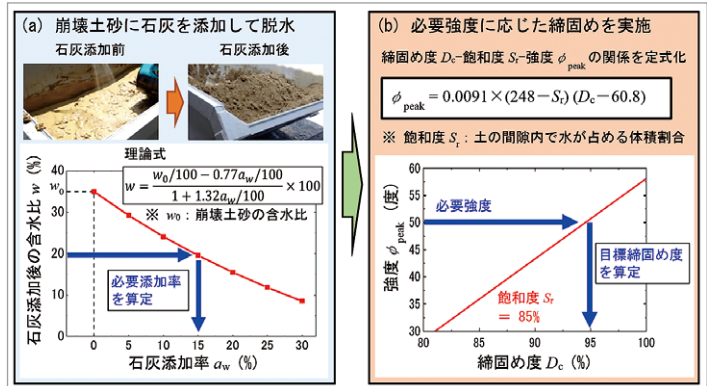


図 石灰の脱水効果と締固めによる土の強度増加を活用した盛土の復旧法

動的相互作用に着目した橋台の耐震診断法

佐名川太亮 阿部慶太 中島進

橋台の耐震性能評価法あるいは補強設計としては、橋梁・高架橋に準拠した「プッシュオーバー解析+非線形応答スペクトル法」が用いられるのが一般的ですが、橋台と背面盛土間の相互作用は安全側に設定されています。本研究では、橋台と背面盛土間の動的相互作用に着目し、模型実験により振動特性が地震時土圧に与える影響について検討を行うとともに、この影響を表現可能な数値解

析モデル(多質点系梁ばね解析モデル)の提案を行いました。そして、模型実験の再現解析により数値解析モデルの妥当性を検証するとともに、実構造物を対象とした試設計を行い、橋台の耐震診断において合理化できることを示しました。

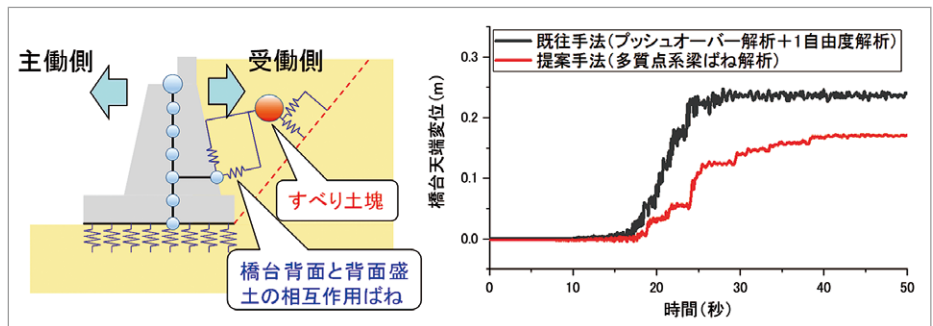


図 提案する構造解析手法と既往手法との比較

レール継目における衝撃が上路プレートガードの疲労に及ぼす影響

金島篤希 小林裕介 井上太郎 松岡弘大

レール継目はレールとレールの接続部であり、温度伸縮を許容するために不連続な構造となっています。列車がレール継目を通過する際に生じる衝撃は、鋼鉄道橋の疲労き裂の発生を助長することが多く、中には部材が破断するような重篤な事象も報告されています。本研究では、疲労き裂が発生しやすい垂直補剛材の上下端に着目し、レール継目の衝撃が鋼鉄道橋の疲労に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、衝撃が補剛材上下端の応力性状に及ぼす影響を、試験橋梁での走行試験により評価しました。

その結果、レール継目の衝撃により、補剛材下端では主に主桁のたわみの1次振動および2次振動、補剛材上端では主に補剛材を節とした腹板の面外振動やフランジ等の振

動によって応力が生じることを明らかにしました。併せて、レール継目の形式や状態、列車の走行速度といったレール継目の衝撃に影響を及ぼす諸因子が補剛材上下端の応力に及ぼす影響を明らかにしました。



図 走行試験

組積盛土式ホームの耐震補強法

阿部慶太 杉山健太 讃岐賢太 石井秀憲 中島進

過去の地震において、組積盛土式ホームを構成する組積壁が転倒または傾斜する被害が確認されています。その際、積み石の抜け出しや全体的な崩壊等が発生しており、積み石および地盤の大変形を伴う多様な崩壊形態を扱う必要があります。そこで、補強効果、施工性、経済性に優れた組積盛土式ホームの補強方法の開発を目的として、棒状補強材とアングル材、前面防護工を用いた、L2地震動クラスの大震災時でも補強効果に優れ、経済的に補強可能な補強方法を考案しました。また、実物大模型を用いた振動台実験と数値解析により、組積盛土式ホームの崩壊形態を確認するとともに、開発した補強方法の有効性を検証しました。

さらに、これらの検討結果を踏まえつつ、組積盛土式ホームの構造形式に応じた設計が可能となるように、積み石ごとの転倒および滑動に関する安定計算手法から得られる降伏震度と、数値解析から得られた残留変位計算用ノモグラムを用いた補強設計法を提案しました。

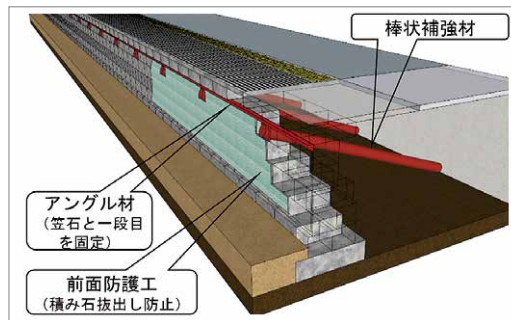


図 耐震補強方法の概要

駅改良のための構内における旅客の分布交通量推計手法

柴田宗典 石突光隆 対馬銀河

鉄道駅の改良工事を計画する際には、駅構内の歩行者の分布交通量(何処から何処へ何人の人が移動しているのか)を調査する必要がありますが、このような調査は人手に頼る大規模調査であるため、限られた日・時間帯の分布交通量しか調査することができませんでした。そこで、防犯カメラ等から得られる動画をAI(人工知能)で解析することにより断面交通量(どちらの方向に何人の人が通過しているのか。)を自動的に計測し、計測された断面交通量データを数理最適化モデルに入力して分布交通量を推計する手法を開発しました(図)。自動改札機データ等を用いて分布交通量の推計精度を検証した結果、開発した手法により、

終日にわたって分布交通量を良好な精度で推計できることが示されました。

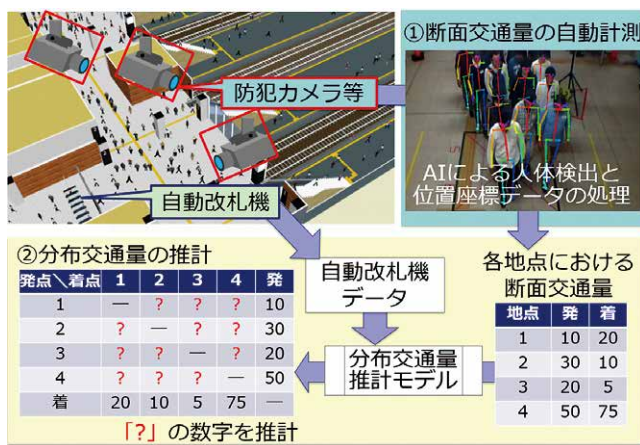


図 分布交通量の自動推計手法