

鉄道盛土の耐震補強箇所選定のための情報支援システムの構築とその利用

東海旅客鉄道株 正会員 ○阪本泰士 (名古屋大学博士課程)
 正会員 永尾拓洋
 名古屋大学 フェロー 伊藤義人

1. はじめに

近年、日本の太平洋岸を震源とした東海地震や東南海・南海地震の大規模地震の発生が危惧されている。これに伴い、鉄道構造物において必要箇所耐震補強を行っているところである。選定にあたっては、RC構造物の場合、せん断破壊性能に課題がある構造物が対象であり、建設時の設計図書により評価が可能である。一方盛土構造物の場合、個別の盛土・地盤条件ごとに耐震性能評価を行う必要があり、事実上すべての箇所で地質調査を実施しなければならず、膨大な費用、時間および労力が必要となる。

本研究では、既存のデータを活用することにより、軟弱地盤上および液状化地盤上の盛土の中から耐震補強が必要な箇所の選定を効率よく行うための情報支援システムを構築し、その有効性を検証した。本システムの特徴は、既存・新規も含め入手された地質・地震データを一元管理したこと、および耐震評価結果を可視的情報支援システムとしたことである。

2. 情報支援システムの提案

耐震補強箇所の選定を行う際に必要な情報を、図-1 に示す。大きく、(a)地盤情報、(b)盛土情報、(c)地震波情報、(d)地勢情報、(e)自治体等公開情報、(f)耐震評価、(g)補強工スペック (図面) の7つの情報からなる。これらを鉄道盛土耐震データベースとよぶこととする。このうち必要不可欠な情報は、地盤情報、盛土情報と地震波情報であり、地勢情報は情報支援システムとしたときに有益な情報となる。また、自治体等公開情報は筆者らの行った予測との比較を行うために付け加えた。従来これらのデータは別々に管理されており、耐震補強箇所の選定、補強工の設計を行う際、その前段で、散在している情報を一つずつ探し出し、全線の中から当該箇所のデータのみを取り出す必要があり、非常に手間のかかる作業であった。本研究では、これらを一元管理し、情報を一括して扱うことができるようにし、さらに地図上に情報を表示させることもできるようにした。このように鉄道盛土耐震データベースを地図化したものを情報支援システムと呼ぶこととする。図-2 にそのイメージを示す。情報支援システムでは、耐震評価計算結果、および補強工設計時の補強工のスペック (図面) も合わせて表示させる。

3. 耐震補強箇所選定への適用

鉄道耐震設計標準では、L2地震動に対しては盛土の耐震照査指標に変形レベル、すなわち盛土沈下量を被害程度による復旧性指標に用いている。長期不通防止を目的とした場合、変形レベル4以上を対策箇所の選定基準とし、これらの箇所を対象に、L2地震動に対しても長期不通防止対策を実施していくことを検討している。

そこで、盛土の被災パターンに着目することとした。図-3 に鉄道盛土の被災パターンを示す。復旧に長期間を要すると予想されるII(2)型、III型、V型の被災パターンを主眼に盛土の耐震評価方法を検討する。

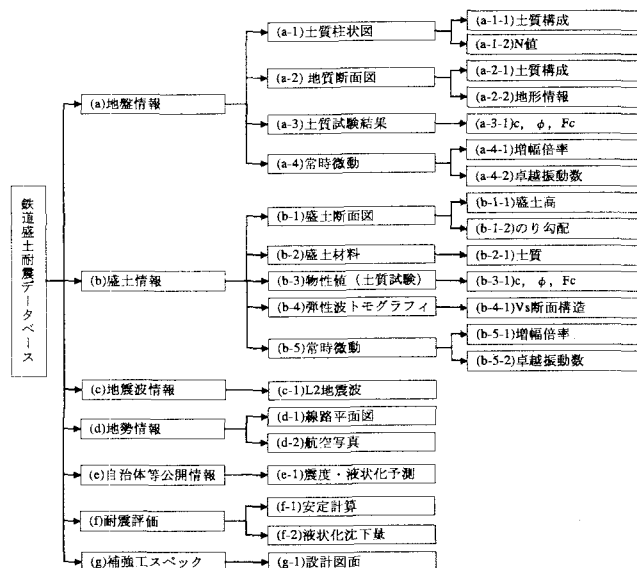


図-1 鉄道盛土耐震データベースの内容

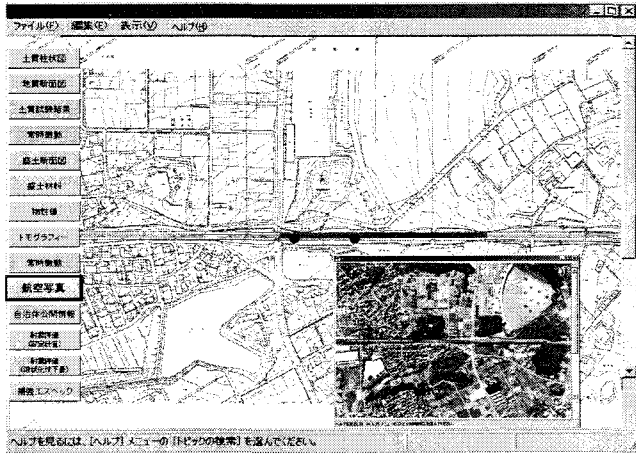


図-2 情報支援システム表示

(1) 変状・沈下対策：Ⅱ(2)型

安定計算を行うには、地質構成、地下水位、粘着力c、内部摩擦角φの情報が必要である。図-4のフローに従い、情報支援システム(a), (b)によりこれらの情報を引き出し、安全率1.0のときの保有耐力Khを計算する。求めた保有耐力Kh, 変形レベルをさらに情報支援システム(f-1)に追加し、推定結果の根拠を明確にする。

(2) 液状化破壊対策：Ⅲ型・Ⅴ型 (F_L・P_L法)

液状化の判定を行う場合、図-5のフローによって行った。まず、液状化の対象か否かを判定する必要がある。情報支援システム(a-3-1)の地盤の土質試験値および(b-3-1)の盛土の土質試験値等より抜き出し、判定を行う。続いて、情報支援システム(a-1-1), (a-1-2), (a-2-1)より、せん断弾性波速度Vs, および地層情報を抽出し、地盤の固有周期を算出した後、地盤種別を選定した。次に情報支援システム(c-1)より地震波情報を抜き出し、地表面最大加速度設定、地表面地震動設定を行い、さらに、情報支援システム(b-1)の断面情報および(b-3-1)の単位体積重量(情報が無い場合、(b-2-1)の盛土材料)より盛土重量を求め、せん断応力比L, 液状化強度比Rを算出し、両者の比(R/L)を取ることで液状化抵抗率F_Lを求めた。その後経験式に従いP_L値を求め、さらに経験式に従い沈下量Sを求め、変形レベルを判定する。これらの結果もその根拠とともに情報支援システム(f-2)に組み込み、一覧情報として地図上に映し出しその妥当性を確認した。

4. まとめ

情報支援システムを活用することにより、効率よく耐震補強箇所の選定が行えるようになった。今後別の地震動での検討ばかりでなく、情報の拡充により盛土の総合的な維持管理への発展的活用が可能となると考えている。

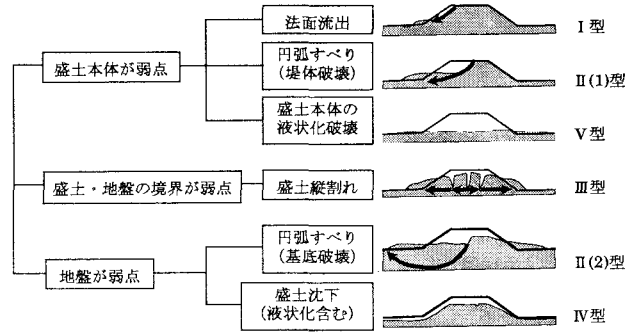


図-3 鉄道盛土の被災パターン

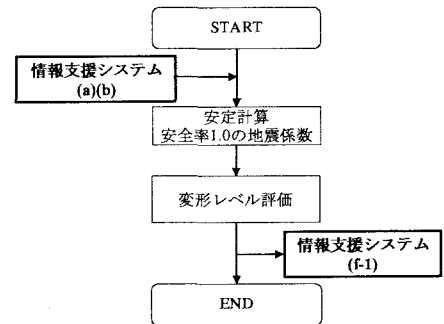


図-4 耐震補強箇所選定への適用フロー (変状・沈下)

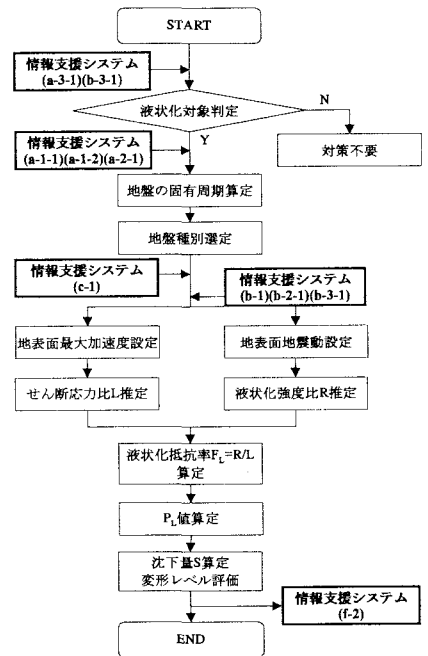


図-5 耐震補強箇所選定への適用フロー (液状化)