

テールアルメの被災度評価に関する解析的手法の研究

補強土壁
被災度判定
地震

(株)テクノソール 国際会員○佐藤雅宏
岐阜大学 国際会員 沢田和秀
JFE 商事(株) 正会員 松澤佳一
JFE 商事(株) 正会員 永倉秀典

1. はじめに

平成16年中越地震においては、多くの土構造物に被害が発生した。これに呼応するように、テールアルメに代表される補強土壁構造物にも相当数の変状が確認されている。建物や橋梁などでは、中越地震以前の経験から、被害を受けた構造物の被害程度を客観的に評価する方法がすでに準備されており、これらの被災度区分判定が中越地震においても活用されている。一方、テールアルメは、これまでの地震において重大な被害が確認された事例が少ないこと、外部からの観察では被害調査を行うことが困難であるなどの理由により、一般の構造物と同程度の内容の被災度区分判定のための資料が準備されていない。

本稿では、中越地震によるテールアルメの変状事例から、被害の程度を判定するための解析的手法を提案し、今後のテールアルメに関する被害程度の判定への適用性を検証するとともに、被災したテールアルメの被災度評価の可能性について報告する。

2. 被災度判定の可能性

テールアルメの被害は、対象箇所の多くが地中部分に埋もれている関係上、肉眼によって直接確認することが簡単ではない。そのため、テールアルメの被害の多くは、壁面材（スキン）の傾斜や不同沈下、上載盛土上の道路等にひび割れが発生した場合の対策を講じる段階において、追加的に行われる原因調査等によって発見される場合が想定される。

テールアルメの被災補修を考える上では、上位構造物（上・背面の構造物、道路など）が、ひび割れや沈下を起こしているか否かが非常に重要である。上位構造物に、ひび割れや沈下が生じている場合は、テールアルメの構造的な被災の程度とは別に、道路等の使用上の制約や関連施設等の機能確保の観点からも、不陸調整などを中心とした補修や修復を必要とする。

テールアルメでは、スキンや補強材（ストリップ）が破損することによって、上位構造物がひび割れや沈下を起こしている場合はまれであり、そのほとんどが、地盤の過大な変形やテールアルメ内の層せん断的な変形に起因していると推測される。特に中越地震で見られたこれら変状は、地盤全体の流動化や部分的な液状化あるいは間隙水圧の上昇によるせん断抵抗の低下やせん断剛性の低下などによることが考えられる。

テールアルメの被災度区分判定は、その目的がテールアルメの被災後の耐震性能の健全度の評価に基づく補修あるいは補強の要否の判定にあるため、基本的には被災エリア内のテールアルメすべてについての被災度調査がなされるべきである。しかし、テールアルメについては一般に詳細な被災度調査が困難で、それにはかなりの経費を要することが多い。したがって、被災度区分判定等の概略調査では、調査不能の多くの部位がありうることを前提に対応を検討する必要がある。ここでは、解析的手法による調査不能部位の被災度の評価を目的に研究を進めている。



写真-1 テールアルメの変状調査の状況

3. 解析的手法の提案

テールアルメの被害の復旧を考える上で、最も大切なことは、被害状況の把握と被害原因の究明である。テールアルメの被害の復旧には、補強土構造材と地盤の双方の対策が必要な場合がある。したがって、対策工法は抗土圧構造物および地盤の双方の観点から決定され、場合によっては、上位構造物の重要度、使用年数や耐用年数、復旧に必要な費用など、経済性ととの関係から構造物全体が再検討される場合もありうる。

中越地震の被災テールアルメを調査し、代表的な変状事例の抽出を行うと、①スキンのはらみ出し、②スキンの圧壊的変状、③スキンの目違い、不陸などの変状が確認され、横断方向や面内方向の加振およびそれらが複合された加振等が作用として想定される。これらから、テールアルメ地震時変状モードの解析シミュレーションは、横断方向加振モデル、面内方向加振モデルおよびコーナー部加振モデル（三次元モデル）について検討する必要があるが、第一ステップとしては、横断方向加振モデルにおいて、①水平震度の大きさ、②上下動の入力と大きさ、③地下水位の高さ、④基礎地盤の硬軟等の検討を行う。

本解析では、2次元平面ひずみ全応力解析コード SOFT(張, 2003)を用いる。解析に使用した材料モデルは砂の tij 弾塑性モデル (Nakai, 1989)、粘土の tij 弾粘塑性モデル (Nakai et al, 1986) と弾性モデルである。数値解析上の解析条件として、計算荷重増分は 600 (100/step)、初期条件は自重解析によって算定した初期有効応力、境界条件は底面固定、側方の水平方向固定、鉛直方向自由とした。テールアルメの横断方向加振解析モデルの例を図-1に示す。

図-2は、施工完了後の変位ベクトル図であり、施工時のテールアルメの挙動が裏込め部の沈下も含め、比較的精度良く再現されている。また、テールアルメの設計で重要なストリップに働く張力の分布は、設計上の仮定をほぼ満足するように表現できることが確認された。さらに、中越地震における実際の変状を再現できることを検証し、テールアルメの被害程度を判定するための解析的手法として提案する。この中越地震被災テールアルメの変状を再現できる解析ツールを用いて、推定された地震時の作用に対して、テールアルメの対象部位の変状を予測することが本研究の目的である。

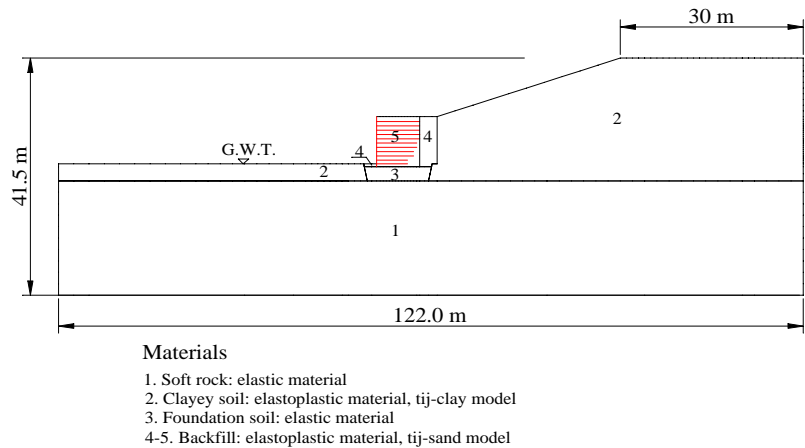


図-1 横断方向加振解析モデルの例

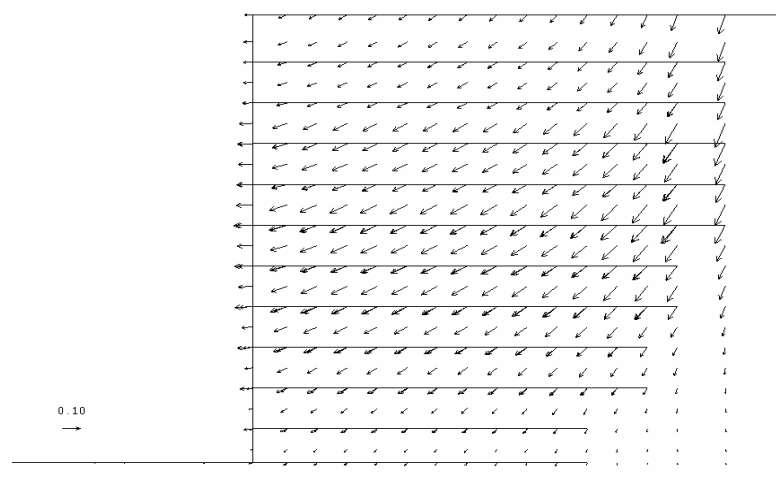


図-2 施工完了後の変位ベクトル図

4. おわりに

テールアルメの被災度評価は、被災後の耐震性能の健全度の評価に基づく補修あるいは補強の要否の判定に用いる重要な項目であるが、一般に詳細な被災度調査が困難で、それにはかなりの経費を要することが多い。したがって、今回提案する解析的手法による調査不能部位の被災度の評価が、その確からしさを限定的に解釈しながらも可能となれば、その価値は大きいと考えられる。

Nakai T, Matsuoka H. A generalized elastoplastic constitutive model for clay in three-dimensional stresses. *Soils and Foundations*, 1986, 26 (3): 81-98.

Nakai T. An isotropic hardening elastoplastic model for sand considering the stress path dependency in three-dimensional stresses. *Soils and Foundations*, 1989, 29(1): 119-137.

張 鋒. SOFT マニュアル. 岐阜大学, 2003.