

切土の耐震診断と耐震補強設計法 (その2)

切土, 耐震補強, 自立性地山

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○油谷 彬博, 正会員 中村 宏
鉄建建設(株) 正会員 山内 真也, (株)複合技術研究所 正会員 三平 伸吾

1. はじめに

JR 東日本における切土の耐震設計に関して, 急勾配切土の背面地山が自立すると考えられる場合に, 耐震診断上(図-1), 耐震設計上(図-2)の留意すべき点について述べる.

2. 切土(自立性地山)の補強設計一般

図-3に設計フローを示す. 切土の補強設計は, 背面地山が自立しているかないかを条件に, 補強形態を大別することとした. 背面地山が自立している場合は, 転倒・滑動防止として既設の壁面(無筋コンクリート壁, 練積みの石積壁)を地山に縫いつける設計として良い.

3. 急勾配切土の耐震診断と耐震設計について

図-3の設計フローにおける点線内の部分について述べる. 点線以外の部分は文献1)を参照されたい.

3.1 急勾配切土の耐震診断法

勾配が 1:0.3 程度の切土, すなわち急勾配の石積みまたは無筋コンクリート土留め壁においては, 既に土留め壁が存在し, 既存の土留め壁の根入れ部が安定に寄与していると考えられることから, 根入れ部の下端部を通る外的安定のすべり線を設定して, 円弧すべり ($K_h=0.2$) による耐震

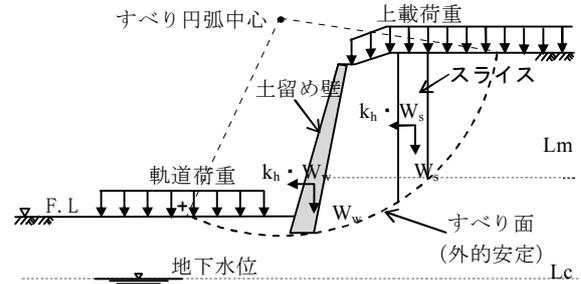


図-1 切土耐震診断時の安定検討

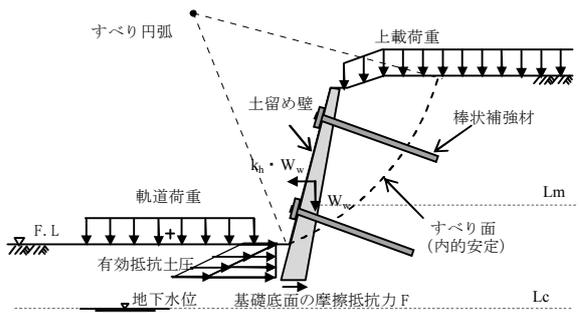


図-2 切土耐震補強設計時の安定検討 (自立性地山の場合)

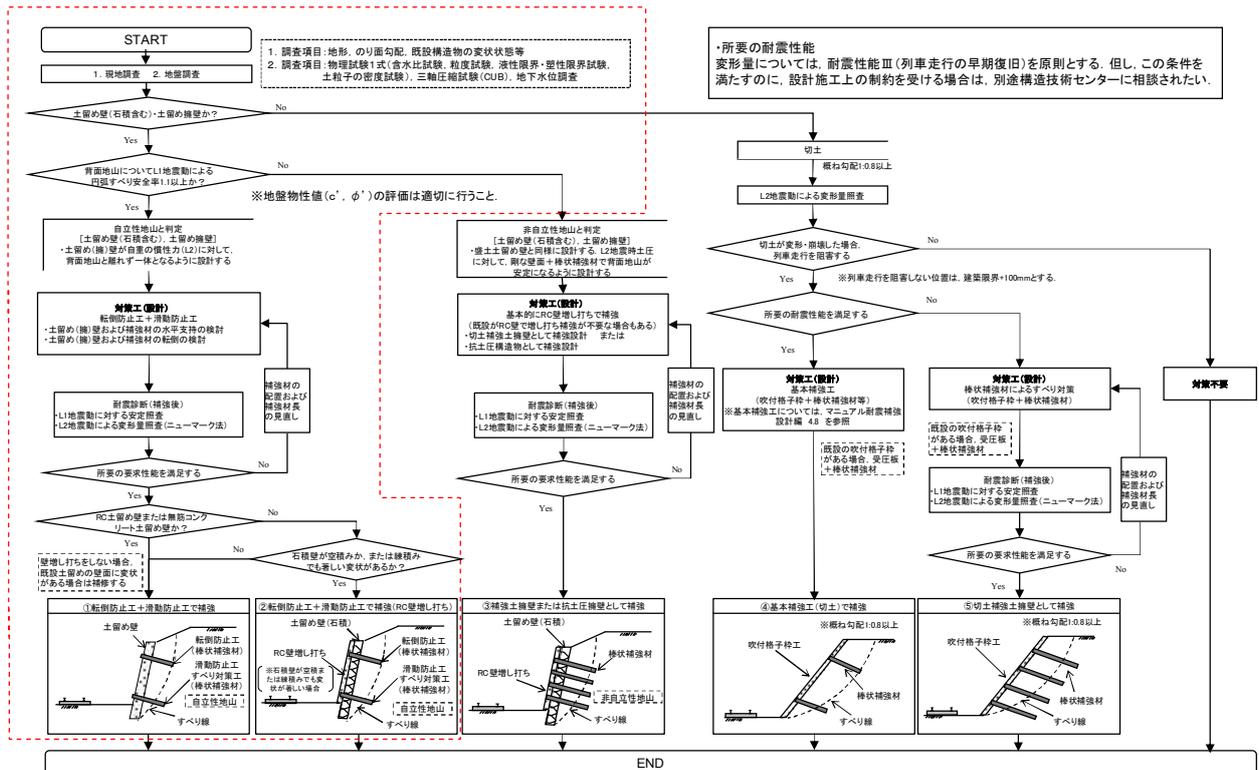


図-3 切土耐震補強対策設計フロー³⁾

診断を実施する。この場合、上載荷重、また必要に応じて受動側の軌道荷重を適切に考慮して良い。

3. 2急勾配切土で背面地山が自立する場合の設計法

背面地山が自立する場合(L1地震時で円弧すべり安全率が概ね $F_s \geq 1.1$)は、供用時に土圧が殆ど作用していないと仮定し、内的安定の円弧すべり線により設計して良い(図-2)。全体的には下記について検討する。

- ① 図-2に示すように、L2地震動に対する転倒・滑動(水平支持)の検討を行うこととする。この検討において、棒状補強材による周面摩擦抵抗、土留め壁底面の摩擦抵抗、および土留め壁根入れ部の有効抵抗土圧を考慮してよい。
- ② 本ケースは、変形時の土留め壁と地山の挙動の追随性は比較的良好なものと考えられるので、原則として前壁を打設する必要はない(前壁の耐力照査は不要)が、既設土留め壁の変状が著しい場合、また空積みの石積みには、必要に応じて補強用の鉄筋コンクリート前壁の打設等を検討する。
- ③ 土留め壁前面に重要なケーブル等がある、仮移設が困難で、下段の補強材が打設不可能な場合は、H鋼杭等で水平支持を確保する等の方法がある(図-4)。

4. 無補強ですべり変形量が許容値以内となる場合

無補強でL2地震動によるすべり変形量が許容値以内となる場合がある。この場合は、すべりに対する補強は不要とするが、下記により必要に応じた補強を行う。

- ① 一般的に解放のり面では、場所打ち格子枠+短い補強材により「基本補強工」を実施する(図-5)。
- ② 場所打ち格子枠(フリーフレーム等)が既に施工済みで、格点がレール杭、H鋼、単管等で密に留められている箇所では、地震時の変状が軽微だった²⁾経験を踏まえ、棒状補強材による基本補強工を省略して良い(図-6)。
- ③ 枠内が広く格点間隔が大きい場合は、格点の留め杭構造、背面地山の強さ、変状履歴等により、補強の可否を個別に判断する。
- ④ のり尻まで②のような格子枠になっていれば、全体として対策不要として良い。但し、のり尻部が高さ2m程度の急勾配の土留め壁の場合、安定確保のために、1段程度急勾配土留め壁に転倒防止工を施工するのが良い(図-6下図)。のり尻の急勾配土留め壁が高くなる場合は3.に基づき設計を行う。

5. まとめ

切土の耐震補強において自立する地山においても、のり面全体の安定に必要な補強を実施する必要がある。

【参考資料】

- 1) 中村宏,他:切土の耐震診断と耐震補強設計法(その1),第52回地盤工学研究発表会,2017.7
- 2) 中村宏,他:東北地方太平洋沖地震による鉄道土構造物の被災状況,第48回地盤工学研究発表会,2012.7
- 3) 土構造物耐震補強設計マニュアル:東日本旅客鉄道株式会社,2013.5
- 4) 補強土留め壁設計・施工の手引き:日本鉄道建設公団,2001.8
- 5) 鉄道構造物等設計標準・同解説 土留め構造物:鉄道総合技術研究所,2012.1

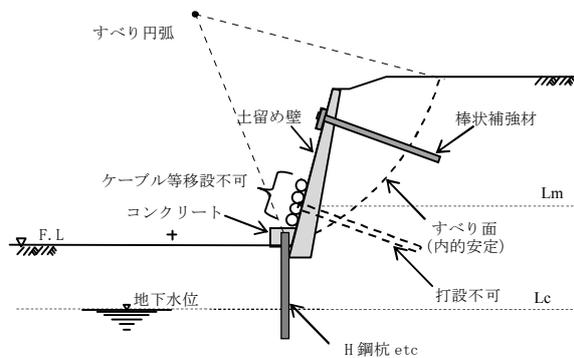


図-4 切土耐震補強設計時の安定検討(自立性地山の場合)

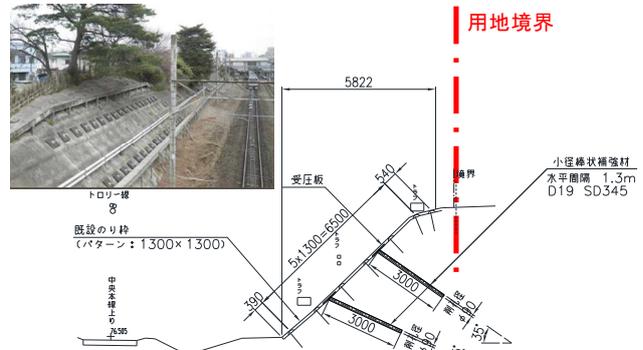
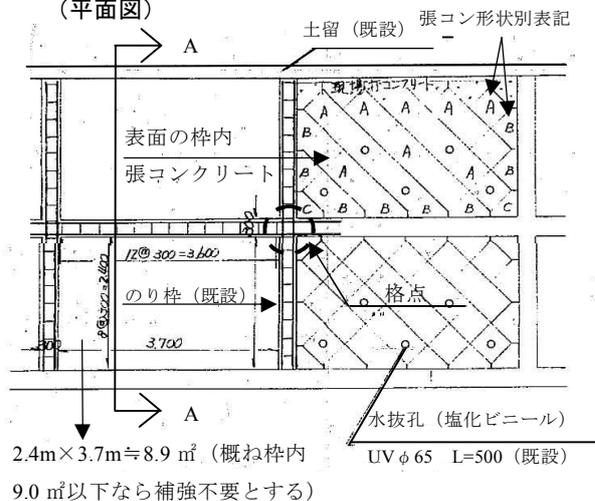


図-5 場所打ち格子枠と棒状補強材(基本補強工)(平面図)



(断面図)

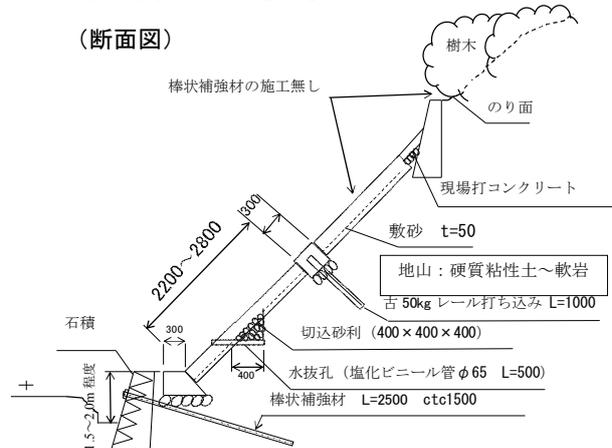


図-6 棒状補強材による基本補強を不要とした例(A-A断面)