

押え盛土工法が盛土の地震時安定性に及ぼす効果に関する数値解析的検討

中日本高速道路株式会社 正会員 ○稲垣大浩
 名古屋大学 正会員 酒井崇之
 名古屋大学 フェロー会員 中野正樹

1. はじめに

近年、大規模地震によって盛土が崩壊する事例が多く見られる。地震により、盛土が崩壊した場合、緊急輸送路としての役割を道路が果たせなくなることから、来る南海トラフ巨大地震に対して、既設盛土の耐震性向上は重要な課題となっている。盛土補強として、棒状補強がよく挙げられているが、盛土材が地震により軟化した場合、拘束力の低下により期待通りの補強効果が見込まれない恐れがある。また、補強材の劣化等で長期耐久性が懸念される。本報では、置換工+押え盛土工による耐震性向上について数値解析的に検討を行った。なお、置換工+押え盛土工は、地震により軟化しづらい良質土を用いて密実に施工した長期耐久性に優れた強靱な押え盛土である。解析は盛土のゆすり込み沈下からすべり破壊までくまなく表現できる GEOASIA¹⁾を用いた。

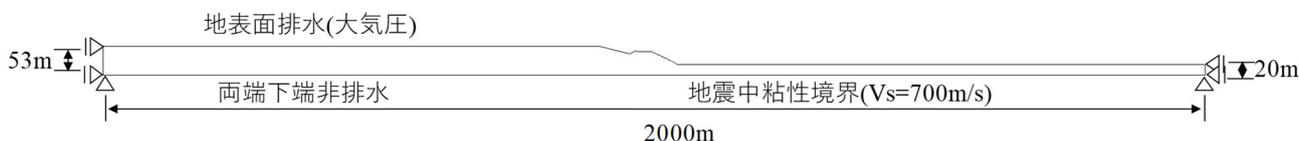


図-1 解析全断面図

2. 解析対象・解析条件

図-1に解析全断面図、盛土のみ拡大した図を図-2に示す。対象盛土は高さ24mの高盛土であり、天端幅

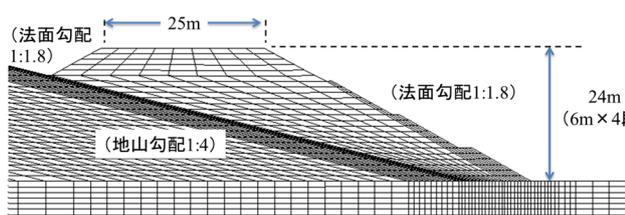


図-2 盛土部拡大図

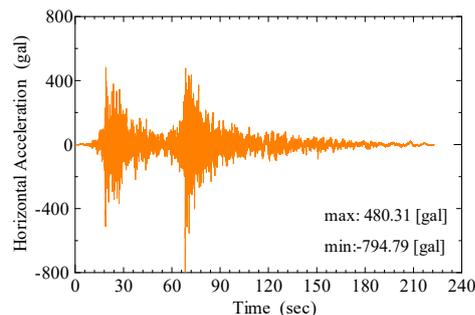


図-3 入力地震動

25mの高速道路を想定している。盛土材は泥岩盛土でありB-c法による締固め度95%であるが、スレーキングした状態を想定している²⁾。その他詳しい解析条件は文献3)を参照されたい。図-3は入力地震動を示す。地震動は、仙台河川国道事務所構内地盤上EW成分である⁴⁾。

図-4は対策後の盛土を示す。図-2の盛土の一部を掘削し、掘削した直後の盛土施工時の安定性を考慮しコンクリートで補強した後押え盛土を行った。コンクリートの材料定数については、ヤング率 $2.2 \times 10^4 \text{MPa}$ 、ポアソン比0.17、単位体積重量 22.6kN/m^3 とした。鉄筋挿入については、

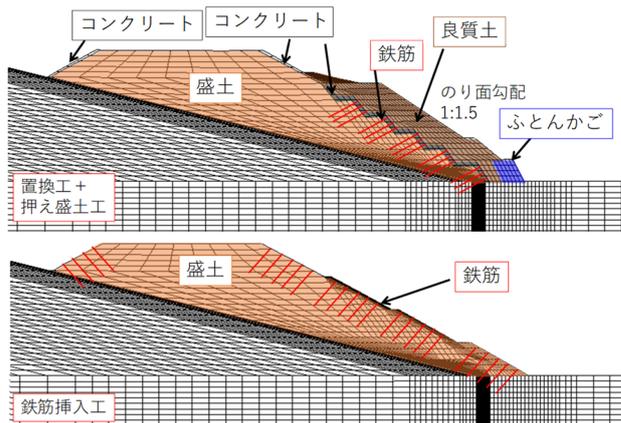


図-4 検討した対策工

鉄筋の両端にある2節点の変位が変わらない束縛条件を課すことによりモデル化した⁵⁾。直径22mm、降伏応力 200N/mm^2 の鉄筋を想定し、計算で得られる束縛力が鉄筋の降伏応力を超えた時に束縛条件を外した。鉄筋挿入工についても、同様の条件で鉄筋をモデル化した。押え盛土については、鹿島郡で採取された土砂を用いており、B-c法による締固め度95%で締固められている(文献5)の補強土)。ふとんかごについては、文献5)の

地震応答解析，耐震補強，既設盛土，押え盛土

〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻 TEL: 052-789-2734

栗石と同じ材料であり、礫質土を想定している。

3. 地震応答解析結果

図-5に地震直後におけるせん断ひずみ分布を示す。また、右法肩の沈下量と水平変位も併せて示す。補強無し、鉄筋挿入工、置換工+押え盛土工の順に水平変位と沈下量が小さくなった。押え盛土工を施すことにより水平変位と沈下量がともに30%程度まで軽減される。補強無しの場合、盛土内に大きいひずみが発生し、盛土が右のり尻側に大きく流れ出ているような挙動が現れた。鉄筋挿入工の場合、のり尻から盛土と地盤の境目にひずみが発生し、抑制効果が小さい。この原因として、地震開始から20~30秒後における最初の大きい地震動を受けた際に多くの鉄筋が降伏してしまったため、この時点で束縛条件がほとんど外れており、60秒以降における地震動を受けた際には、補強無しとほとんど同じ状態であったためである。また、仮に降伏しなかったとしても、盛土と地盤の境目まで鉄筋を挿入していないため、この部分の変形は抑制できない。押え盛土工の場合、盛土と地盤の境目にひずみが出ているが、鉄筋挿入工よりもひずみが小さい。また、押え盛土部にはひずみが出ておらず、盛土が全体的に右のり尻側へ流れるような挙動が現れなくなった。そのため、沈下量や水平変位が非常に小さくなったと考えられる。図-6に補強無しと押え盛土工の応力比(q/p')と平均有効応力 p' の分布図を示す。平均有効応力分布図については、のり尻部のみ拡大して示している。補強する前は、赤い丸で囲った部分の応力比が大きく、この領域では盛土材が大きなせん断力を受けている。しかし、押え盛土工を施すことにより、応力比が低下しており、盛土の安定性が増したと考えられる。また、紙面の都合上載せることができなかったが、この部分では、平均有効応力が増加していた。平均有効応力の増加に伴い、土の剛性が大きくなるため、変形しづらくなる。以上2点が、押え盛土工により盛土の耐震性が上昇した理由である。

4. まとめ

本報では、置換工+押え盛土工を施した盛土の耐震性を評価した。無補強や鉄筋挿入工と比較して、大きく耐震が向上することがわかった。現在必ず起こると言われている南海トラフ地震に対して、盛土の耐震性向上は喫緊の課題である。一方で、海溝型地震は約100年周期で起きていることも事実である。そのような地震に対して、劣化が懸念され、更新の恐れがある鉄筋挿入工より、本報で示した強靱な押え盛土工のような維持管理や更新をあまり必要としない工法の方が適していると考えている。現在の盛土の耐震対策の状況に本解析結果が一石を投じることができれば幸甚である。

参考文献

- 1) Noda, T. et al. (2008) Soil-water coupled finite deformation analysis based on a rate-type equation of motion incorporating the SYS Cam-clay model, Soils and Foundations, Vol.48, No.6, pp.771-790.2) 酒井崇之他(2016):スレーキングの進行程度と締固め度の上昇が泥岩盛土の耐震性に及ぼす影響, 第51回地盤工学研究発表会, pp.1861-1862.3) 稲垣太浩他(2016):既設盛土の地震時に有効な対策工の数値解析的検討, 第51回地盤工学研究発表会, pp.1863-1864.4) 日本道路協会 <https://www.road.or.jp/dl/tech.html>.5) 酒井崇之他(2014):ジオテキスタイル補強土を用いた盛土の耐震メカニズムの数値解析による把握, 地盤工学会特別シンポジウム—東日本大震災を乗り越えて—論文集, pp.189-197.

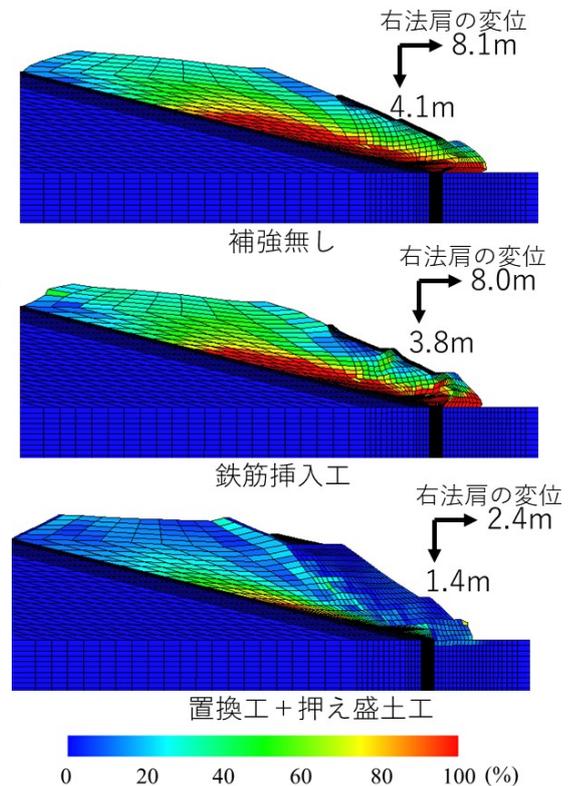


図-5 せん断ひずみ分布

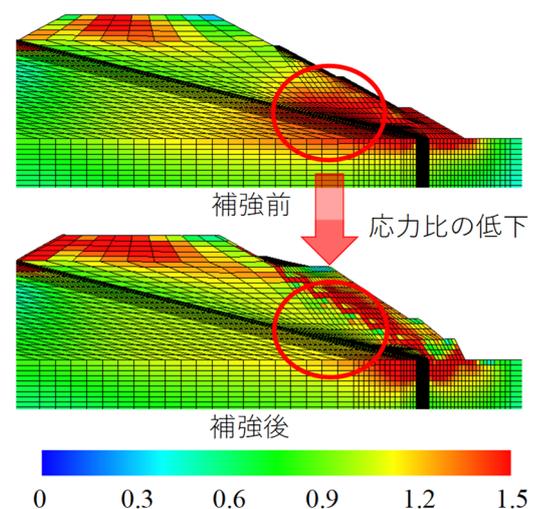


図-6 応力比分布