

四国の高速道路における南海地震に対する土構造物の耐震性評価について

西日本高速道路(株)	四国支社	技術担当部長	正会員	明石達雄
西日本高速道路(株)	四国支社	建設事業部技術グループ	正会員	内田純二
○西日本高速道路(株)	四国支社	建設事業部技術グループ	正会員	富田雄一

1. まえがき

高速道路は、物流・人流等の社会経済を支えるインフラとして重要な役割を担っている。南海地震は昭和21年の発生から半世紀が経過し、今後30年以内に60%の確率で再び発生(H22.1時点)すると予想されている。予想される震度を図-1に示す。このため西日本高速道路株式会社四国支社(以下、NEXCO西日本四国支社)では、南海地震が発生した場合でも高速道路として許容されるサービスレベルを保ち、または一時的に中断した機能があっても、可能な限り短い時間で回復できるよう物資・情報資源の準備や点検・復旧活動の体制等を定めた事業継続計画(BCP)の策定に向けて取り組んでいる。

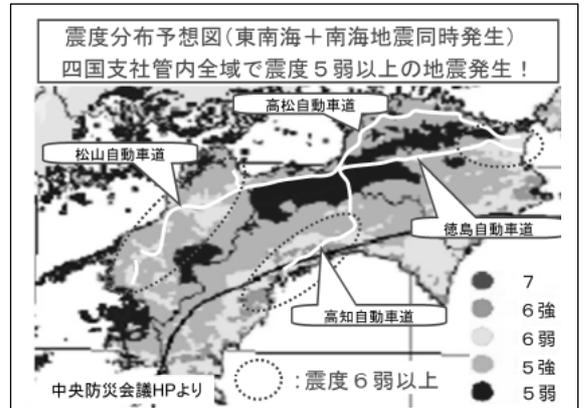


図-1 南海地震 震度分布予想図

道路構造物のうち橋梁等の構造物は、耐震補強などの検討が行われている。しかし斜面や盛土部は経験的な方法や震度法の簡便な方法による点検等の検討しか行われていない。近年、地震力(加速度)が地域ごとに公表されたことから、斜面や盛土部等の高速道路土構造物に対し、より高度な耐震性の検討を行い、地震発生後に優先すべき点検箇所(以下、重要点検箇所)を抽出した。さらに最重要点検箇所については被害想定を行い、事業継続計画(BCP)に関する基礎資料として整理を行なっている。NEXCO西日本四国支社における高速道路土構造物の耐震性評価検討は、平成16年度より(社)地盤工学会四国支部における「NEXCO四国支社耐震性評価手法検討委員会」にて進めている。検討は、地震動、盛土、斜面、橋梁基礎の各ワーキンググループ(以下、WG)にて進めている。本論文においては検討内容のうち盛土における耐震性評価について報告する。盛土耐震性評価の概要図を図-2に示す。

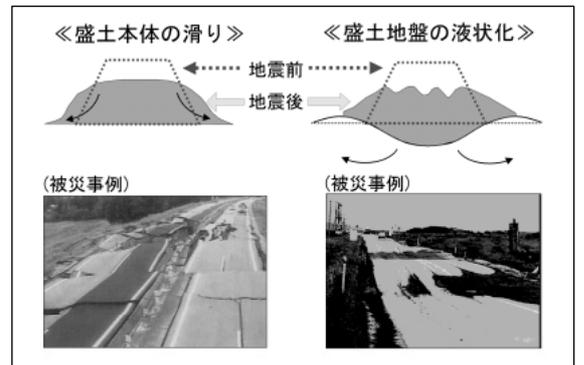


図-2 盛土耐震性評価の概要図

2. 南海地震に対する土構造物の耐震性評価検討概要

2-1 盛土の耐震性評価に用いる地震動について

地震動WGにて盛土WGの耐震性評価に用いる入力地震動の設定、地盤変形特性の把握、地震応答解析等を行っている。地震動設定の概要図を図-3に示す。入力地震動は、中央防災会議より公開されている約1kmメッシュごとに与えられている南海地震動データ(工学的基盤:Vs=700m/s相当層)を入力し抽出した。地震動データは、水平動の初動開始時点から80秒程度により検討することとした。さらに繰返し変形特性試験による地盤の変形特性を把握した。各堆積層における変形特性を設定し地震応答解析により地表面加速度波形を作成した。入力地震動は盛土本体の滑りによる沈下量検討を行った高知道の一部および盛土地盤の液状化による沈下量検討を行った徳島道の一部等について作成した。

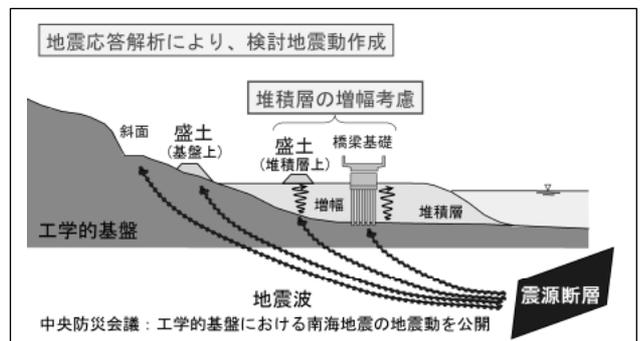


図-3 地震動設定の概要図

2-2 盛土本体の滑りによる沈下量検討概要

盛土WGにて盛土、片切片盛土部の盛土本体の滑りによる沈下量検討を高知道の一部において行っている。検討は①地震被害パターンの整理、地盤・地質の地域特性調査、②表面波探査、微動測定により盛土振動特性を把

キーワード(耐震 盛土 すべり沈下 液状化)

連絡先(〒760-0065 香川県高松市朝日町4-1-3 西日本高速道路(株)四国支社 TEL:087-823-2111 FAX087-826-3057)

握、③2次元地震応答解析(ニューマーク法)による盛土内増幅率検討を含めた地震時の盛土すべりによる沈下量検討について実施し、重要点検箇所選定フロー(図-4)としてとりまとめた。

沈下量算出の手順は、①盛土範囲のブロック分けを行う、②対象盛土ブロックの最大盛土高さを選定し、直近のボーリングデータを手に入る、③ボーリングデータから土質区分を行い平均N値を算出する、④地盤の特性値TGを算出し地盤種別を決める。その後は、重要点検箇所選定フローにより地盤を沖積地盤・沖積地盤以外に区分、地表面傾斜の有り・無しに区分、盛土材質を砂礫・砂質に区分して該当する沈下量グラフを選択する。最大盛土高さから、盛土天端路肩部から4m、8m、12mの沈下量を求める。

傾斜基盤上の砂礫盛土で最大盛土高さ20mの予測沈下量は約0.21~0.27mとなる。予測沈下量0.20m以上を重要点検箇所としている。さらに予測沈下量0.50m以上を最重要点検箇所として縦断方向に沈下量を検討して被害想定を行った。さらに事前の資材準備、事後の対策工事の方針について検討を進めている。

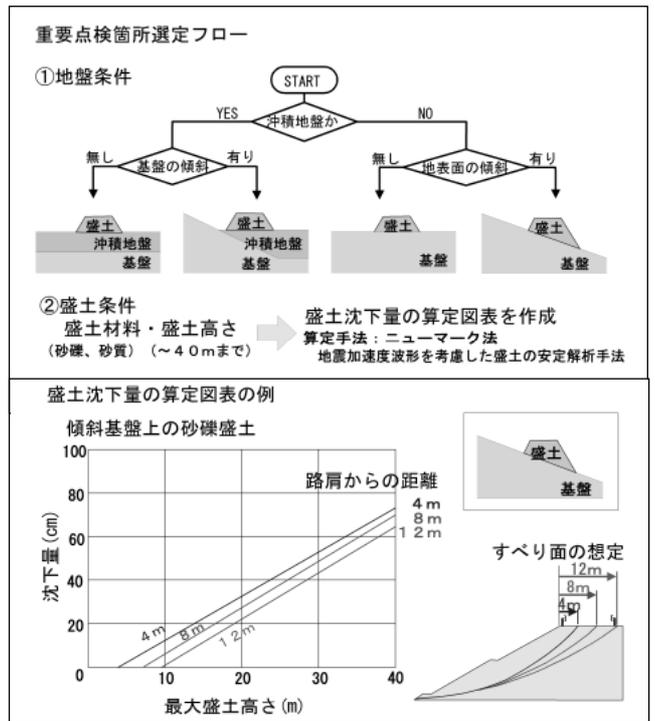


図-4 重要点検箇所選定フロー

2-3 盛土地盤の液状化による沈下量検討概要

盛土WGにて盛土地盤の液状化による沈下量検討を徳島道の一部において行っている。検討は①液状化による残留変形解析を行い詳細検討の必要性を判断、②地震被害パターンの整理、③地盤・地質の地域特性調査、④地質縦断図を作成し地盤ブロック毎の地層別に地盤モデルを作成、⑤地震応答解析による地表面加速度の算定、⑥残留変形解析による盛土沈下量の算定について実施し、沈下量の表を作成した。

検討に用いるN値は、液状化による盛土沈下量に大きく影響する砂層のN値分布をまとめ、深度ごとの平均N値分布を求めた。検討では異常値であると考えられるN値を排除するために最大値と最小値を除いた平均N値を求めた。残留変形解析では、地震中の慣性力は考慮せず、地震後の沈下量を算出したいので、静的解析が適切である。さらに必要な材料定数が比較的少なく簡易でありながら、その結果が、過去の被災事例や模型実験結果と比較して、他の難解な手法とほぼ同等の妥当性および信頼性を有する静的解析手法ALID(Analysis for Liquefaction Induced Deformation)を用いた。盛土地盤の液状化による残留変形解析の例を図-5に示す。

変形量を解析し縦断沈下量分布を求めた結果、最大予測沈下量は約1.1mとなる。液状化の影響区間については最重要点検箇所として被害想定を行った。さらに事前の対策工事および資材準備、事後の対策工事の方針について検討を進めている。

3. まとめ

平成16年度から地震時の危険予測箇所を精度よく抽出し点検するための検討を積み重ね重要点検箇所を抽出した。さらに最重要点検箇所については事前の対策工事および資材準備、事後の対策工事の方針について検討を進め、事業継続計画(BCP)に関する基礎資料として整理を行なっている。検討結果については関係者に積極的に情報発信を行う予定である。当取り組みにより高速道路の土構造物の安全性をさらに高めたいと考えている。

謝辞：本評価は(社)地盤工学会四国支部における「NEXCO 西日本耐震性評価手法検討委員会」において進められている。ここに委員会関係者に対して、記して感謝の意を表します。

参考文献1) (財) 高速道路調査会：平成15年度 土構造物の耐震設計に関する検討報告書，2004。
 2) ALID研究会：2次元液状化流動解析プログラム，ALID/WIN