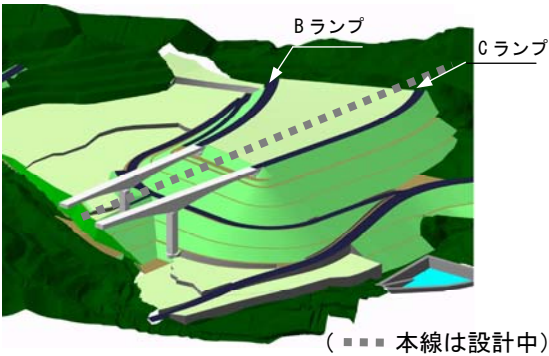


高盛土のレベル2地震動に対する変位・変形量の抑制に関する設計と施工  
—新名神高速道路 高槻第一JCT（仮称）—

西日本高速道路(株) 正会員 ○川村 祐次 小林 立樹  
鹿島建設(株) 正会員 高塚 義則

1. はじめに

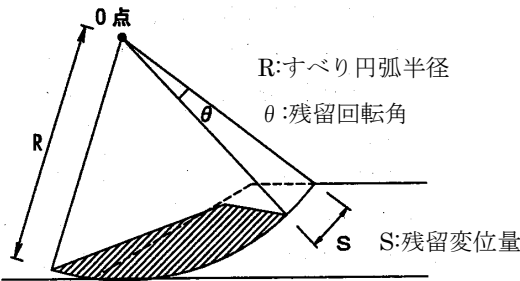
近年、大地震や異常気象に起因した土構造物の崩壊災害が発生しており、対策の強化が不可欠となってきた。また、現在建設を進めている新名神高速道路においては、大規模災害時における名神高速道路の代替ルートとして期待されている重要路線であることから、災害に強い道路構造が求められている。そこで、高盛土のレベル2地震動に対する変位・変形量（以下、「残留変位量」とよぶ）の抑制を目的として、高強度ジオテキスタイルを用いた対策工の取組みについて本稿で紹介する。



図—1 完成予想パース

2. 高盛土の概要

高槻第一 JCT の高盛土（図—1）は、盛土高約 60m、盛土容量約 300 万 m<sup>3</sup> の大規模な盛土工事である。土量バランスは、約 92% が自工事の発生土（土砂 40%、軟岩 41%、硬岩 19%）、約 8% が他工事からの受入れ土の予定であり、盛土材料は土砂及び軟岩が主体である。当工事の高盛土は、その規模もさることながら、本線・ランプ橋の橋台 4 基、橋脚 4 基が盛土内に計画されていることが特徴である。



図—2 残留変位量の算定の模式図<sup>1)</sup>

3. レベル2地震時の安定計算

(1) 安定計算手法

NEXCO 設計要領第一集土工編<sup>1)</sup>（以下、設計要領と呼ぶ）に基づき、レベル2地震時の耐震性能の照査は残留変位量の算定により行った。残留変位量は、すべり土塊の滑動変位量を対象とし、動的応答解析を用いたニューマーク法により算定した（図—2）。

表—1 盛土材料の土質定数<sup>1)</sup>

| 代表材料 | 湿潤密度<br>$\rho_t$<br>(t/m <sup>3</sup> ) | 破壊基準<br>線区分 <sup>(注3)</sup>   | ピーク強度                              |                           | 残留強度                              |                     | 強度定数の<br>区分 | 統一分類<br>記号          |
|------|-----------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|
|      |                                         |                               | $C_{peak}$<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | $\phi_{peak}$<br>(度)      | $C_{res}$<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | $\phi_{res}$<br>(度) |             |                     |
| 山砂   | 1.9                                     | a線                            | 0                                  | 40                        | 0                                 | 35                  | 排水<br>強度    | {S}<br>(SF)         |
|      |                                         | b線                            | 20                                 | 35                        | 20                                | 30                  |             |                     |
|      |                                         | 変化点 $\sigma=144\text{kN/m}^2$ |                                    | $\sigma=163\text{kN/m}^2$ |                                   |                     |             |                     |
| 砂礫   | 2.0                                     | a線                            | 0                                  | 45                        | 0                                 | 40                  | 排水<br>強度    | {G}<br>(GS)<br>(GF) |
|      |                                         | b線                            | 55                                 | 35                        | 10                                | 35                  |             |                     |
|      |                                         | 変化点 $\sigma=183\text{kN/m}^2$ |                                    | $\sigma=72\text{kN/m}^2$  |                                   |                     |             |                     |

(2) すべり線の設定

残留変位量を算定するためのすべり線は、図—5に示すように、基礎地盤を通る大規模な円弧（円弧1）、及び盛土天端 10m～30m 深さ程度を通る円弧（円弧2、円弧3）の3種類を設定した。円弧1は降伏震度が最小となるすべり線、円弧2及び3は設計要領に基づいて設定したすべり線である。

(3) 残留変位量の目標値の設定

残留変位量は 30cm 以下を目標値として設定した。一般的に土工のみの場合であれば、NEXCO 地震事例の管理実績（緊急車両が1日以内に通行可能な段差量）から 30～100cm とすることが妥当と考えられる。当工事の高盛土は高架橋の橋台が盛土のり肩付近に配置され、地震時に橋台が損傷を受ける可能性があることから、橋梁上部工と盛土の両面での費用対効果を勘案して 30cm 以下に設定した。

(4) 盛土材の土質定数

盛土材は土砂及び軟岩が主体となることから、設計要領に示される山砂及び砂礫を採用した（表—1）。予備設計から加速度・変位ともに山砂の方が大きくなる結果が得られたので、以下ではすべて山砂の結果を示す。

キーワード 高盛土、高強度ジオテキスタイル、レベル2地震、残留変位量、新名神高速道路

連絡先 〒569-1133 大阪府高槻市川西町 2-10-20 新名神大阪西事務所 高槻中工事区 TEL 072-655-9900(代表)

(5) 入力波形 (動的応答解析)

動的応答解析での設計地震動は、道路橋示方書に示されているタイプⅡ波形 (内陸直下型地震) の3種類を採用した。図—4に、動的応答解析から得られたニューマーク法での入力波形を示す。

(6) 対策工の検討

盛土容量が約 300 万 m<sup>3</sup> と膨大であり、盛土材料も選別することができないため、対策工には高強度ジオテキスタイルを採用した。表—2に対策工の検討結果を示す。

- ① 無対策では残留変位量が最大 108cm となった。
- ② ジオテキスタイルを8段配置することで、残留変位量は 30cm 以下となった。
- ③ 地震時には橋台が損傷を受ける可能性がある。橋台荷重が盛土上部に載った場合を想定すると、ジオテキスタイル8段では残留変位量が最大 47cm 生じる結果となった。
- ④ 上記③の場合でも、ジオテキスタイルを10段配置することで、残留変位量は 30cm 以下となった。

以上からジオテキスタイルは図—5に示すような10段配置 (最上段、最下段を除く) とした。ジオテキスタイルの規格は、検討結果から地震時  $T=320\text{kN/m}$  以上 (製品基準強度  $=500\sim600\text{kN/m}$ ) とした。

4. ジオテキスタイルの施工

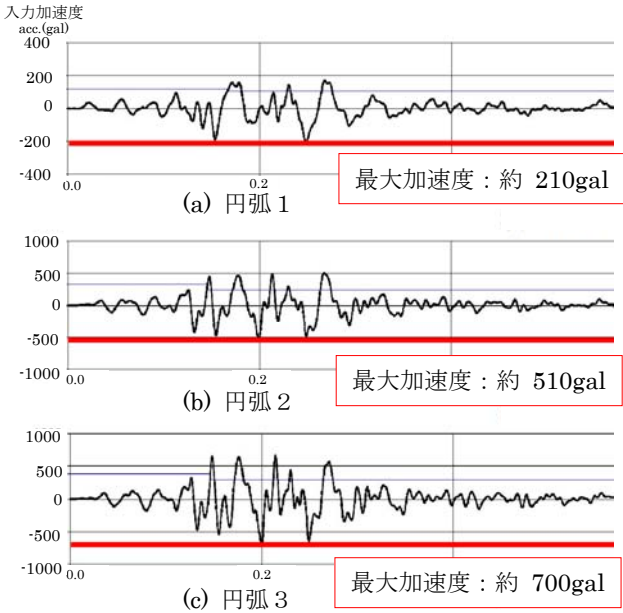
ジオテキスタイルの施工に先駆けて、損傷確認試験を行った。盛土材には軟岩 (最大粒径 300mm の砂混じり礫) を使用し、撤出し作業には 21t 級ブルドーザ、転圧作業には転圧力 200kN 級の振動ローラ (8 回転圧) を用いた。試験結果では、盛土材に軟岩を使用したことから、製品基準強度 500kN/m に対して 86.2% の強度低下があった。この強度低下を見込んで地震時の設計強度を満足する結果となったが、損傷率が比較的大きいため、使用するジオテキスタイルは安全を見込んで一つ上の規格である 600kN/m を基本とすることにした。(写真—1)

5. おわりに

盛土高 60m クラスでの高盛土において、レベル2地震動に対する残留変位量の抑制対策として高強度ジオテキスタイルを大規模 (18 万 m<sup>2</sup>) に用いた事例としては初めてとなる。現在の盛土の進捗は約 15% であり、今後盛土の動態観測を行いながら対策工の検証を行ってゆきたい。

参考文献

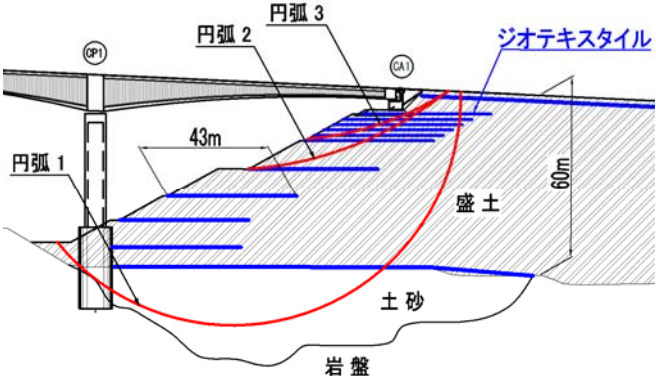
- ・ 東日本・中日本・西日本高速道路(株) 設計要領 第一集 土工編 (平成 24 年 7 月)



図—4 ニューマーク法での入力波形 (山砂:Ⅱ-1-1)

表—2 対策工の検討結果 (山砂)

| 波形    | 盛土材 | 滑動変位量(mm) |     |      |               |     |     |     |                                  |     |     |
|-------|-----|-----------|-----|------|---------------|-----|-----|-----|----------------------------------|-----|-----|
|       |     | 無対策       |     |      | ジオテキスタイルによる補強 |     |     |     | ジオテキスタイルによる補強<br>(橋台が盛土上部に載った場合) |     |     |
|       |     | 円弧1       | 円弧2 | 円弧3  | 段数            | 円弧1 | 円弧2 | 円弧3 | 円弧1                              | 円弧2 | 円弧3 |
| Ⅱ-1-1 |     | 174       | 898 | 1083 | 6段            | 169 | 408 | 556 | —                                | —   | —   |
|       |     |           |     |      | 7段            | 124 | 251 | 259 | —                                | —   | —   |
|       |     |           |     |      | 8段            | 123 | 100 | 87  | 174                              | 434 | 399 |
|       |     |           |     |      | 9段            | —   | —   | —   | 174                              | 270 | 170 |
|       |     |           |     |      | 10段           | —   | —   | —   | 174                              | 108 | 46  |
| Ⅱ-1-2 | 山砂  | 262       | 468 | 698  | 6段            | 260 | 169 | 367 | —                                | —   | —   |
|       |     |           |     |      | 7段            | 206 | 97  | 194 | —                                | —   | —   |
|       |     |           |     |      | 8段            | 204 | 49  | 92  | 262                              | 182 | 274 |
|       |     |           |     |      | 9段            | —   | —   | —   | 262                              | 104 | 143 |
|       |     |           |     |      | 10段           | —   | —   | —   | 262                              | 54  | 67  |
| Ⅱ-1-3 |     | 194       | 922 | 940  | 6段            | 193 | 447 | 452 | —                                | —   | —   |
|       |     |           |     |      | 7段            | 151 | 302 | 190 | —                                | —   | —   |
|       |     |           |     |      | 8段            | 150 | 174 | 95  | 194                              | 470 | 309 |
|       |     |           |     |      | 9段            | —   | —   | —   | 194                              | 319 | 140 |
|       |     |           |     |      | 10段           | —   | —   | —   | 194                              | 184 | 71  |



図—5 ジオテキスタイルの配置



写真—1 損傷確認試験状況