

# 新東名高速道路 豊田東JCT～浜松いなさJCT間における地すべり対策

中日本高速道路㈱ ○ 岩立 次郎

## 1. はじめに

平成28年2月に開通した新東名高速道路豊田東JCT～浜松いなさJCT間（以下、新東名愛知県区間）55kmは、トンネル延長約16km、橋梁延長約12km、土工量（切土とトンネルずり）約2,300万m<sup>3</sup>の大規模事業であり、約10年の工事期間を要して建設された。本報告では、長大切土において、地すべりが想定されるもしくは施工中に地すべりの兆候等が見られ、地すべり対策を実施した代表的な個所について、その検討経緯、施工状況等について報告する。その他、当該路線で取り組んでいる切土のり面の監視システムや盛土の健全性確認等についても紹介する。

## 2. 事業概要

新東名愛知県区間の開通によって、既に開通している区間と合わせ、東京～名古屋間の約200kmのダブルネットワークを形成した。新名神高速道路とともに関東～中部～関西の移動時間が大幅に短縮され、日本の大動脈として、人や物の流れをスムーズにし、三大都市圏の連携を強化するなど、表1のような整備効果が期待される。



図－1 新東名・新名神高速道路の路線図

表－1 期待される整備効果

整備効果	内容
東名の慢性的な渋滞の大幅な緩和	東名では年間600回程度の渋滞が発生しているが、新東名愛知県区間の開通による交通の分散によって、大幅な渋滞緩和が見込まれ、移動時間が短縮するとともに交通事故の減少が期待される。
大規模災害時の早期復旧への貢献	東名より内陸部に位置する新東名は、東名より山側を通過するため地震の被害を受けにくく、また東名とダブルネットワークを形成することにより、被災地への進出の際、リダンダンシーが確保され、災害時の救援・救護活動、早期復旧を支援できる。
大規模更新工事による交通への影響の軽減	大規模更新工事を実施するには、長期間にわたる工事車線規制が必要となるため、渋滞の発生が予想される。新東名が東名で工事規制が実施される際の代替ルートとして機能することで、交通への影響軽減が期待される。
地域の観光や産業への貢献	新東名愛知県区間の開通により、奥三河地域への日帰り観光圏域人口が約400万人増加すると予測されている。観光客の増加による、地域の活性化が期待される。 また、沿線地域の利便性が向上し、企業立地の増加および地域産業のさらなる活性化が期待される。

### 3. 切土工事の状況

#### 3.1 岡崎地区

##### (1) 地質状況

当該のり面は愛知県岡崎市奥殿地区に位置する延長約 1.5km 最大高さ 60m (9段)の切土である。地質は、中生代白亜紀の新期領家花崗岩に属する細粒花崗岩から構成されており、切土の上部はD～CL級の強風化したマサ土～軟岩程度の岩盤であるが、それ以深はCM～CH級の中硬質～硬質岩盤となっており発破掘削により施工した。



【施工時のり面状況】



【大規模崩落状況】



【完成航空写真】

写真－1 岡崎地区の状況

##### (2) 施工時の状況

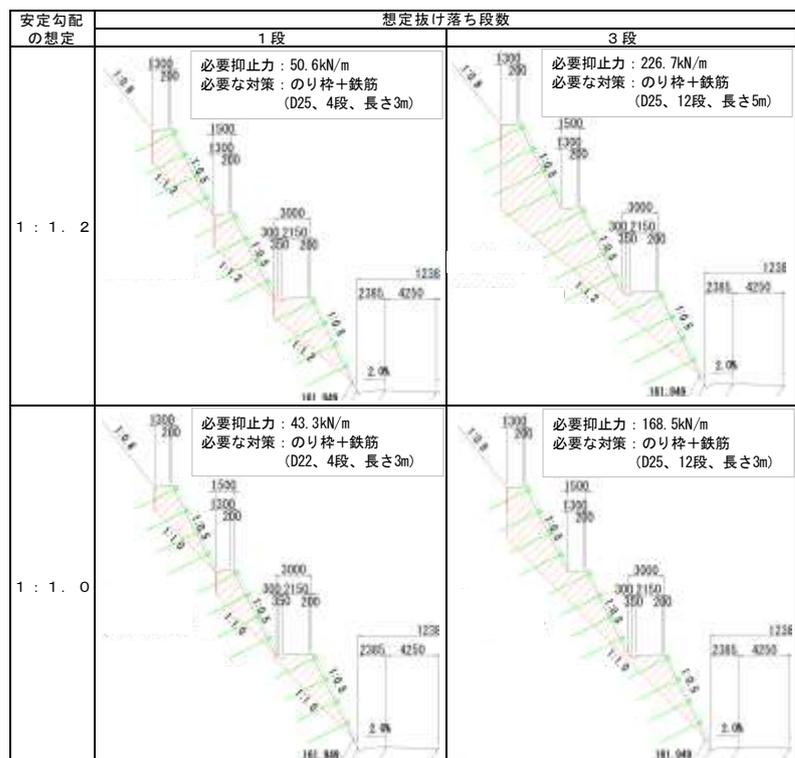
切土のうち下段の硬岩部については1:0.5の勾配で設計されており、切土施工を進めたところのり面に亀裂が多数確認され小規模な抜け落ちも見られたこと、また、切土終盤において、一部で大規模な崩落(写真－1中段)が発生したため、のり面防護工を見直すべく当該切土区間全線にわたり詳細に調査観察を実施した。その結果、将来的に亀裂部から軟質化が進行し崩落に発展することも想定し、対策方針を全面的に見直す再検討を行った。検討対象範囲が広い安全かつ効率的に設計・施工するべく、標準的な箇所を「一般部」として代表モデルを設定、個別に検討が必要な箇所は「特殊部」としてそれぞれ検討を行った。

##### (3) 対策の検討・実施

###### 1) 一般部

1:0.5ののり面勾配が3段連続する箇所が多いことから、すべりの大きさとして小段1段分が抜け落ちる場合と、小段3段分が合わせて抜け落ちる場合の2つのパターン、及び安定勾配を1:1.2、1:1.0の2つを想定し、合計4パターンをモデルとした。

各パターンのモデルと検討結果を図－2に示す。この結果に基づき、当該地区の各のり面の亀裂の状況、勾配、段数により適切な「コンクリート吹付のり枠+鉄筋挿入」をベースとした対策を選定し、施工した。



図－2 一般部の崩落モデル及び検討結果

## 2) 特殊部

亀裂が連続し、すべり土塊の存在が想定される箇所については、個別にすべり検討を行いグラウンドアンカーの設置など必要な対策を検討・実施した（図-3）。

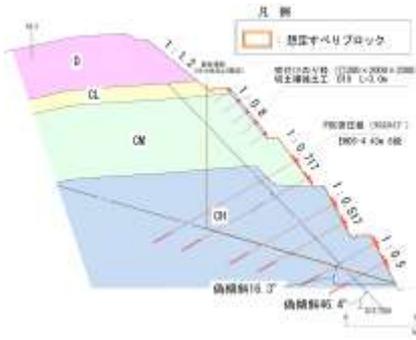


図-3 特殊部の対策事例



写真-2 高強度ネット

## 3) 高強度ネットの採用

亀裂が比較的少なく、検討の結果「コンクリート吹付+鉄筋」の対策で安定する箇所については、より安全性を高めるため高強度ネットを追加採用した（写真-2）。鉄筋（切土補強土工）の設計においては、のり面の表面を抑えつける効果を図-4のように算定する。高強度ネットは低減係数 $\mu$ を0.7とでき、コンクリート吹付に対してよりのり面を面的に抑える効果があるため、不測の抜け落ち等に対して期待できると考えている。

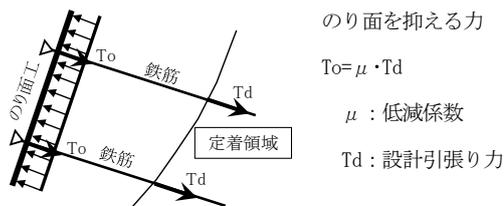


図-4 切土補強土工の設計

表-2 のり面タイプと低減係数の目安

のり面タイプ	低減係数 $\mu$
植生工のり面	0
コンクリート吹付	0.2~0.6
のり枠工	0.7~1.0
擁壁類	1.0

## 3. 2 長篠設楽原PA地区

### (1) 地質状況

当該のり面は愛知県新城市須長地区に位置する延長約200m、最大13段の長大切土である。領家花崗岩類に属するマサ状に風化した石英閃緑岩から構成される。

### (2) 施工時の状況

長大切土であったため、当初よりのり面状況を観測しながら施工を実施していたが、下から5段目を掘削中ののり面にひび割れ等の変状が確認されたため、抑え盛土を実施したうえで対策工の検討を行った。

### (3) 対策の検討・実施

のり面に向かって中央より左側に変状があり、切土高さも高い測線を主測線として設定し、抑止工としてグラウンドアンカーを採用した（図-6）。

中央より右側については后背地がなくなり、計算上STA408+00では4段、STA408+40ではアンカーは必要なくなるが、アンカーを含めた地盤の剛性が急激に変化することは好ましくないとの考えから、STA408+40は2段配置することとし、中央から徐々にアンカー本数を減じていく配置とした（図-5）。



写真-3 長篠設楽原PA対策完了図

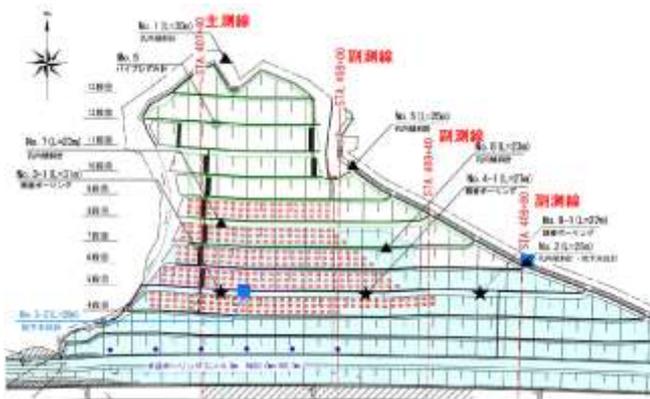


図-5 対策のり面平面図

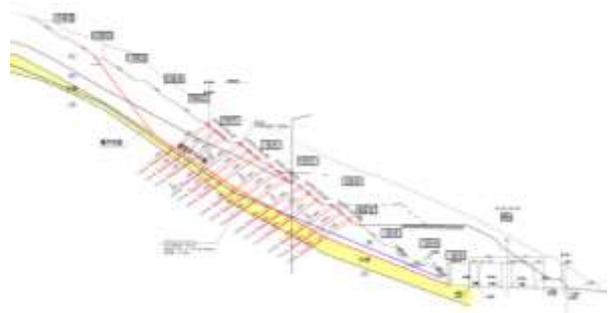


図-6 主測線横断面図

### 3. 3 県境切土のり面

#### (1) 地質状況

当該のり面は愛知県新城市下吉田地区から静岡県浜松市引佐町に位置する延長約 200m 最大高さ 60m の切土である。地質は、三波川変成帯の片理が発達した黒色片岩で構成されており、下り線側のり面は流れ盤となっている。

#### (2) 対策の計画・検討・実施

##### 1) 当初計画（第Ⅰ期）〔H25.7～H26.8〕

切土施工前より地質調査結果から、下り線側のり面についてはすべり面を想定して検討し、グラウンドアンカーを施工しながら切り下げを開始した。

##### 2) 第Ⅱ期〔H26.9～H27.3〕

全8段のり面のうち、下から3段目の切土を掘削中に孔内傾斜計に変位が確認されたため、新たなすべり面を想定し、対策工を再検討した。その結果、切土頂部の排土が有効であることから改めて用地的な課題を解決したうえで実施した。加えて、下から3段目についてアンカーの設計を見直すとともに、2段目にアンカーを追加し、安全率を担保した。

##### 3) 第Ⅲ期〔H27.4～H27.9〕

更に施工を進め、下から2段目の切土を掘削中、監視計測していたグラウンドアンカーの荷重計の上昇が収束しない状況が続き、傾斜計にも変位が見られたことから、すべり面を再度見直し、2段目のアンカーの受圧板の間及び1段目にアンカーを追加した。また、当該切土には複数のすべり面が存在すると想定されることから、更なる対策として、頂部排土部を掘り込み上乗荷重を極力減らし、水位を下げるため水抜きボーリングの追加及び集水井戸2本を施工するなど、万全の対策を施した。



写真-4 県境切土のり面完成写真

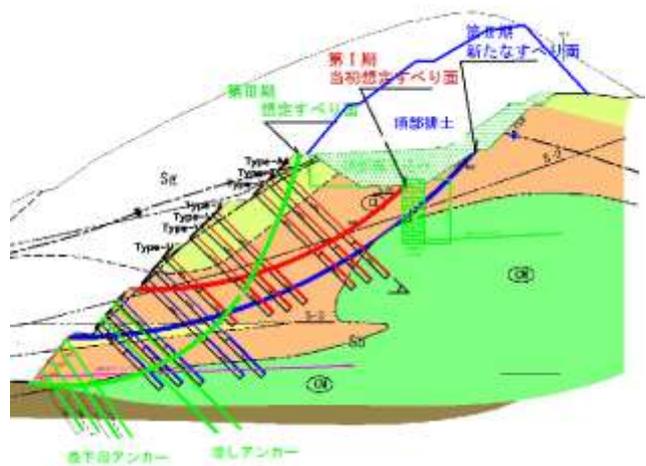
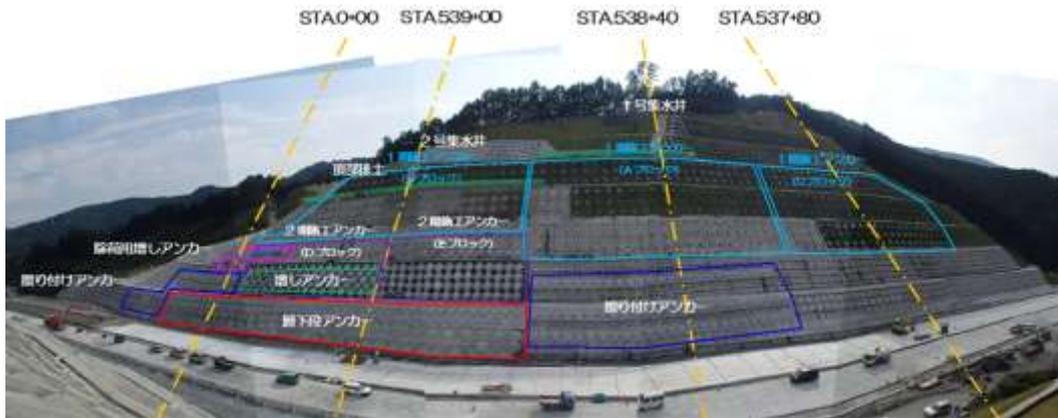


図-7 下り線側断面図 (STA539+00)

当該切土のり面の対策は、最終的にグラウンドアンカー1,066本、水抜きボーリング 2,110m、集水井戸2本(φ3.5m、L=12m、22m)、頂部排土(7,000m<sup>3</sup>)を実施したが、切土終了後の孔内傾斜計、アンカー荷重計等の計測データの安定性を確認し完了している。



写真－5 県境切土のり面の対策状況

#### 4. 切土のり面の監視体制

新東名愛知県区間の切土のり面については、施工中の状況を踏まえ、供用後の適切かつ効率的な管理（点検）を目指すために、のり面に観測機器を設置し定時的にモニタリングできるシステムを導入した。

監視対象とするのり面は、施工中に地すべりの兆候等があり何らかの地すべり対策を実施したもののうち、施工後2年を経過していないものを選定した。その結果、表2に示したとおり10箇所ののり面が対象となり、それらののり面にGPS、地盤伸縮計、孔内傾斜計、アンカー荷重計、水位計、雨量計等の観測機器をそれぞれ配置した（写真－6）。これら観測機器のデータは1時間毎に自動的に取得、サーバーに記録され、それぞれ設定された管理上の閾値を超えた場合は、管理部署にメールで通知されるシステムになっている。

表－3 観測機器数量

項目	数量
監視対象のり面	10
GPS測点	31
地盤伸縮計	1
孔内傾斜計	41
アンカー荷重計	198
自記水位計	15
雨量計	5



【GPS】



【孔内傾斜計】



【アンカー荷重計】

写真－6 観測機器状況

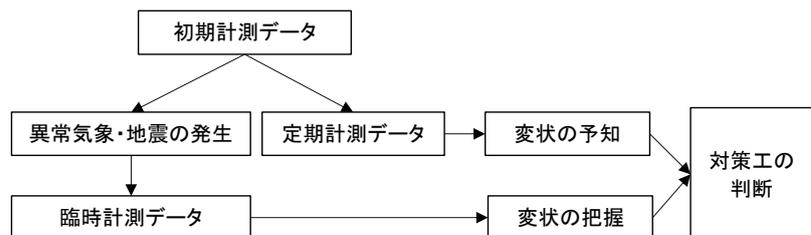
#### 5. 高速道路の維持管理の高度化の取り組み

##### 5. 1 地形変動の把握（航空レーザー計測の活用）

###### (1) 概要

近年の豪雨災害では、高速道路近傍の自然斜面の崩壊や土石流災害の被害も発生しており、安全・安心な高速道路空間を提供するには、高速道路区域内に加え、区域外の状況も把握しておく必要がある。

航空レーザー計測は微細な地形の再現が可能な技術である。今回開通した新東名愛知県区間においては、その技術を使い供用前の高速道路区域、沿道、後背地、溪流などの近隣地形を初期値として計測しストックしておき、定期的もしくは異常気象や大規模地震後に計測することで、地形の変化を捉え、変状を把握し、対策検討のための判断材料として活用していくことを計画した（図－8）。



図－8 データの活用フロー

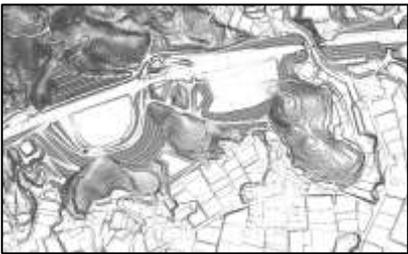
###### (2) 計測

今回実施した航空レーザー計測を行った範囲は、新東名愛知県区間約55kmについて高速道路中心より200m

の幅、面積にして約 25km<sup>2</sup>となる。計測はヘリコプターに搭載した航空レーザー計測システムにより上空 600m 付近から実施した。三次元計測データの確認補正用の調整用基準点は高速道路上に 20 点程度配置した。図-9 に長篠設楽原 P A の計測結果例を示す。

表-4 計測諸元

項目	内容
格子間隔	50cm
数値標高モデル	TIN 法 (Triangulated Irregular Network: 不規則三角形網)、(or Kriging 法)
水平及び標高精度	標準偏差 ±25cm



【航空写真】(長篠設楽原 PA)

【DSM データ】建物や樹木を含むデータ

【DEM データ】建物や樹木を取り除いたデータ

図-9 データ作成例

## 5. 2 盛土の健全度確認 (2次元表面波探査の活用)

### (1) 概要

盛土の健全性確認は盛土表面の目視点検が主であり、何らかの異常が確認された場合にサウンディング、ボーリングの詳細な調査が実施されるなど、定量的な評価手法・手順が確立されていない状況にある。

また、近年、盛土は、雨水の浸透や地下水位の変化、地震による外力により安定性が変化することが確認されてきており、盛土構造物の安定性の経年変化を把握することが健全性の評価、対策実施の判断に繋がると考えられる。盛土構造物の健全性を評価する指標として、盛土内の密度が有効であると考えられることから、それを最も効果的に把握することができる2次元表面波探査を実施した。

### (2) 2次元表面波探査

計測は、図-10の2次元表面波探査機器を用いS波速度を取得した。探査する範囲は、当該区間55kmの盛土部の路肩部及び高盛土部のうち抽出した小段である。探査延長は路肩上下線で約30km、小段は約2kmである。

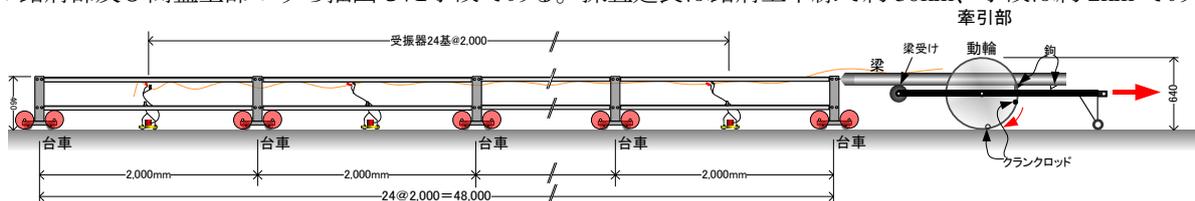


図-10 路肩用2次元表面波探査機器 (全長48m)

今回計測したデータは、初期値としてストックし、今後、定期的に計測することで盛土状態の経年変化を把握することや、変状が確認された際や地震の発生後の健全度評価に活用する計画である。

## 6. まとめ

新東名愛知県区間の開通後1ヶ月間の交通状況は図-11に示すとおりであり、当該地域の断面として約1万台程度交通量を誘発しているとともに、新東名への交通分散により東名の渋滞解消効果が確認されている。

また当該区間には、今回報告した対策のり面の他にも複数の対策のり面があり、それら対策の方針は中日本高速道路㈱名古屋支社が立ち上げている、名古屋支社管内のり面防災検討会（委員長：八嶋厚教授〔岐阜大学〕）で審議いただきながら進めてきた。この場を借りて委員の方々をはじめ設計・施工に携わった皆様に改めて御礼申し上げます。

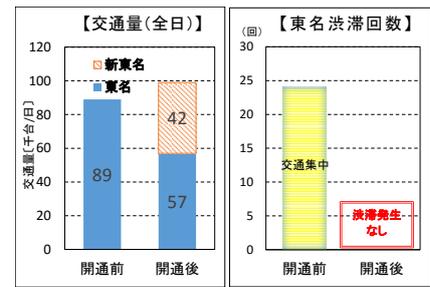


図-1-1 開通後の交通状況