

資料1-2

「ツバクロ発生土置き場について」の 環境影響評価に関する静岡市の見解(案)

(注)藤島発生土置き場については、県条例の解釈問題が残っているため、本資料の対象外とする。

静岡市
令和7年2月4日

1. 盛土の規制についての法令上の位置づけ

内容	盛土規制法 (宅地造成及び特定盛土等規制法)	静岡県盛土条例 (静岡県盛土等の規制に関する条例)	森林法	砂防法
目的	盛土等による災害から国民の生命・財産を守るため、宅地、農地、森林等の土地の用途にかかわらず、危険な盛土等を全国一律の基準で包括的に規制する。	盛土等について必要な規制を行うことにより、土砂の崩壊等による災害の防止及び生活環境の保全を図り、もって県民の生命、身体及び財産を保護することを目的とする。	(森林法)森林の保続培養と森林生産力の増進を図り、国土の保全と国民経済の発展につなげることを目的としている。 (林地開発許可制度)森林の持つ公益的機能を阻害しないよう、森林の適正な利用を確保することを目的とする。	・「自然災害」から、下流域の住宅地や避難所等の公共的建物、緊急輸送路や鉄道等のインフラ等の被害を防止、軽減を図ることを目的としている。 ・「自然災害」から県民の命や財産を守る法律。
許可権者	静岡市域においては静岡市	静岡県	静岡市域においては静岡市	静岡県
規制対象地域	静岡市は市内全域を ・宅地造成等工事規制区域(市街地や集落、その周辺など人家等が存在するエリア) ・特定盛土等規制区域(市街地や集落等からは離れているものの、地形等の条件から人家等に災害を及ぼしうるエリア) に指定予定	県内全域	・地域森林計画の対象となる民有林(5条森林)で、保安林・保安施設地区・海岸保全区域に指定されていない森林	砂防指定地 ・溪流若しくは河川の縦横侵食又は山腹の崩壊等により土砂等の生産、流送若しくは堆積が顕著であり、又は顕著となるおそれのある区域 ・風水害、震災等により、溪流等に土砂等の流出または堆積が顕著であり、砂防設備の設置が必要であると認められる区域
規制内容	一定規模以上の盛土、切土、土砂の仮置きに許可が必要 (例:盛土の高さ5m超、土地の面積が3,000㎡超等)	・土砂基準に適合しない盛土の禁止 ・1,000㎡以上又は土量が1,000㎡以上の盛土を行う場合は許可が必要	森林以外への転用、造成、土石の採掘など、土地の形質を変える行為によって1ヘクタール(太陽光発電施設の設置が目的の場合0.5ヘクタール)を超える開発を行う場合は、市長の許可(林地開発)が必要	砂防指定地において、土石の掘削、開墾、盛土その他土地の形状を変更する行為等は知事の許可を受けなければならない。
ツバクロ発生土置き場への適用	○(特定盛土等規制区域に指定予定)	○	× (許可の対象となる森林区域には該当するが、林地開発許可を要しない行為に該当するため、許可は適用除外。 ただし、あらかじめ市長へ林地開発行為の通知をし、許可基準を準用することが必要。)	×(砂防指定地区域外)

2. 関係法令における盛土設計指針等の整理(盛土の形状、安定性等)

内容	盛土規制法 (宅地造成及び特定盛土等規制法)	静岡県盛土条例 (静岡県盛土等の規制に関する 条例)	森林法	砂防法	JR東海基準																													
盛土の 形状	のり面の勾配は原則として30度以下 のり高5 m程度ごとに小段を設けることを原則とする 小段幅は1～2 m 「盛土等防災マニュアルの解説 [I]P173, 208」	盛土等の高さが5 m以上である場合は盛土等の高さ5 mごとに幅1.5 m以上の小段を設ける。 「静岡県盛土等の規制に関する条例 盛土等の構造基準及び解説(R4. 11)P5」	原則として盛土の高さは15m以下 盛土高が5 mを超える場合は、原則として5 mごとに幅1 m以上の小段設置 「静岡市林地開発許可審査基準及び留意事項(R6. 4. 1)第2章第2_3(3)」	盛土の高さは15m以下 法面勾配は盛土高・盛土材料を考慮して決定 斜面には直高5 mごとに幅1 m以上の小段設置 「砂防指定地及び地すべり防止区域内における宅地造成等の大規模開発審査基準（案）（H30. 6. 15）Ⅳ排水施設」	斜面の勾配は1：1.8 盛土の高さ5 mごとに幅2 mの小段設置																													
盛土の 安定性	【盛土のり面の安定性】 円弧滑り面法により検討する。 最小安全率は、盛土施工直後において、$F_s \geq 1.5$とする。 地震時の安定性を検討する場合の安全率は、大地震時に$F_s \geq 1.0$とする。 【盛土全体の安定性（腹付け型大規模盛土造成地）】 二次元の分割法のうち簡便法により検討する。 最小安全率は、のり面の安定性と 同じ。 【渓流等における盛土】 円弧滑り面法により検討する。 盛土高が15mを超える場合は、 ・盛土材料調査・土質試験等を行った上で二次元の安定計算を実施 ・間げき水圧を考慮した安定計算 ・液状化判定等の実施 ・大規模な盛土は変形解析や浸透流解析等により多角的に検証を行うことが望ましい 「盛土等防災マニュアルの解説 [I]P176, 177, 210, 211, 218」	【安定計算】 盛土等法面の安定性は円弧すべり面法により検討する。 また、円弧すべり面法のうち簡便式（スウェーデン式）によることを標準とするが、現地状況等に応じて他の適切な安定計算式を用いる。 法高が30mを超える高盛土等法面の安定性は地震時の安定性の検討を必ず行う。<u>レベル2地震動に対しては残留変形解析により検討する。レベル1地震動に対しては残留変形解析又は震度法による円弧すべり解析を用いて検討する。</u> （地震時における盛土全体の変状を予測する方法については「宅地防災マニュアル」を参照） 【最小安全率】 盛土等法面の安定に必要な最小安全率は、盛土施工直後において、$F_s \geq 1.5$とする。 「静岡県盛土等の規制に関する条例 盛土等の構造基準及び解説(R4. 11)P2, 3」	【盛土高が15mを超える場合】 盛土内において、円弧すべりによる崩壊が発生しないように、詳細な地質調査、盛土材料調査等を行った上で円弧すべりに係る安定計算を実施し、以下表の安全率を満たしていること。安定計算に当たっては、地下水位を考慮した上で間げき水圧を考慮すること。 <table><tr><th colspan="2">地震時</th><th>常時</th></tr><tr><th>水平震度</th><th>安全率</th><th>安全率</th></tr><tr><td>0.25</td><td>1.0</td><td>1.5</td></tr></table> 「静岡市林地開発許可審査基準及び留意事項(R6. 4. 1)第2章第3(3)」	地震時		常時	水平震度	安全率	安全率	0.25	1.0	1.5	【渓流に対する盛土】 残流域の面積が0.1km²以下で下流に対して土砂流出による被害の発生するおそれのない埋立を行う場合には、埋める以前の渓流に沿った縦断面図に基づいて、最も危険と推定されるすべり面について安定計算を行い、安全率$F_s \geq 1.2$とするため法尻に土留め擁壁工を施工する等の処理を行わなければならない。 「砂防指定地及び地すべり防止区域内における宅地造成等の大規模開発審査基準（案）（H30. 6. 15）Ⅱ土工5」 盛土材料及び盛土高に対する標準のり勾配の目安 <table><tr><th>盛土材料</th><th>盛土高</th><th>勾配</th></tr><tr><td rowspan="2">岩塊(すりを含む)</td><td>10m以下</td><td>1: 1.5～ 1: 1.8</td></tr><tr><td>10～20 m</td><td>1: 1.8～ 1: 2.0</td></tr></table>	盛土材料	盛土高	勾配	岩塊(すりを含む)	10m以下	1: 1.5～ 1: 1.8	10～20 m	1: 1.8～ 1: 2.0	円弧すべり法による安定解析を実施。 地震時の安定性検討条件 <table><tr><th>項目</th><th>形状等</th></tr><tr><td>ゆるみ、崩壊対策</td><td>既存地山の段切り(60cm程度)</td></tr><tr><td>層厚管理</td><td>1層の盛土高を30cm以下</td></tr><tr><td>地震の検討</td><td>設計水平震度$K_h=0.25$</td></tr><tr><td>盛土内水位</td><td>盛土高さの3分の1の位置</td></tr><tr><td>計算手法</td><td>円弧すべり面法</td></tr></table> さらにL2地震動に対する動的FEM解析による安定解析を実施。 ニューマーク法（盛土内静水圧、液状化考慮した条件）による計算を行い変位量を求める。	項目	形状等	ゆるみ、崩壊対策	既存地山の段切り(60cm程度)	層厚管理	1層の盛土高を30cm以下	地震の検討	設計水平震度 $K_h=0.25$	盛土内水位	盛土高さの3分の1の位置	計算手法	円弧すべり面法
地震時		常時																																
水平震度	安全率	安全率																																
0.25	1.0	1.5																																
盛土材料	盛土高	勾配																																
岩塊(すりを含む)	10m以下	1: 1.5～ 1: 1.8																																
	10～20 m	1: 1.8～ 1: 2.0																																
項目	形状等																																	
ゆるみ、崩壊対策	既存地山の段切り(60cm程度)																																	
層厚管理	1層の盛土高を30cm以下																																	
地震の検討	設計水平震度 $K_h=0.25$																																	
盛土内水位	盛土高さの3分の1の位置																																	
計算手法	円弧すべり面法																																	

2

2. 関係法令における盛土設計指針等の整理(降雨、地震力などの外力)

内容	盛土規制法 (宅地造成及び特定盛土等規制法)	静岡県盛土条例 (静岡県盛土等の規制に関する条例)	森林法	砂防法	JR東海基準									
降雨 (排水)	降雨確率年は、地方公共団体が定める下水道基準として <u>5～10年確率の降雨強度</u> を基本とし、集水性が高い場合や盛土規模が大きい場合には総合的に判断し、適切な降雨強度を用いる。 大きい降雨強度を採用する際は、林地開発許可制度及び砂防指定地における大規模開発審査基準の降雨強度の考え方を参考にする。 「盛土等防災マニュアルの解説 [Ⅰ]P162 , [Ⅱ]P293」	開発区域内の排水施設の管渠の勾配及び断面積を設計するために用いる降雨強度は、 <u>5年に1回の確率で想定される降雨強度以上の値</u> を用いる。 「静岡県盛土等の規制に関する条例 盛土等の構造基準及び解説 (R4. 11)P15」	排水施設の計画流出量を算出する際に用いる設計雨量強度の考え方 ・ <u>10年確率雨量強度</u> ・ただし、人家等の人命に関わる保全対象が事業区域に隣接している場合は、 <u>20年確率雨量強度</u> ・災害発生時の避難に特別な配慮が必要となるような重要な保全対象がある場合は、 <u>30年確率雨量強度</u> 「静岡市林地開発許可審査基準及び留意事項(R6. 4. 1)第2章第2 7排水施設(1)」	降雨強度は、造成地近傍の雨量観測所における年超過確率1/100以上の時間雨量とし、既往最大時間雨量を下回らない雨量とする。 ただし、造成地が雨量観測所より300m以上高所の場合には、前期雨量の20%～40%増の雨量を採用する。 「砂防指定地及び地すべり防止区域内における宅地造成等の大規模開発審査基準（案）（H30. 6. 15）Ⅳ排水施設」	<u>100年確率降雨の降雨強度に対し、2割の排水余裕</u> を持たせる設計とする。									
地震力 (安定性・耐震性)	【耐震対策の基本目標】 発生確率は低いが直下型又は海溝型巨大地震に起因するさらに高レベルの地震の地震動（一般に震度6～7程度の地震を想定）に際しては、 <u>人命、造成宅地及び農地等の存続に重大な影響を与えないこと</u> 「盛土等防災マニュアルの解説 [Ⅰ]P11、 P113」	【法高が30mを超える高盛土等】 地震時の安定性の検討を必ず行うこと。 <u>レベル2地震動に対しては残留変形解析により検討する。レベル1地震動に対しては残留変形解析又は震度法による円弧すべり解析を用いて検討する。</u> （地震時における盛土全体の変状を予測する方法については「宅地防災マニュアル」を参照） 「静岡県盛土等の規制に関する条例 盛土等の構造基準及び解説 (R4. 11)P2」 <u>残留変位の目安</u> <u>残留変位と盛土斜面の長さの比が概ね2.5%以下</u> 「宅地防災マニュアルの解説(第二次改訂版)[Ⅰ]P93, 94」	【盛土高が15mを超える場合】 盛土内において、円弧すべりによる崩壊が発生しないように、詳細な地質調査、盛土材料調査等を行った上で円弧すべりに係る安定計算を実施し、以下表の安全率を満たしていること。安定計算に当たっては、地下水位を考慮した上で間げき水圧を考慮すること。 <table><tr><th colspan="2">地震時</th><th>常時</th></tr><tr><th>水平震度</th><th>安全率</th><th>安全率</th></tr><tr><td>0.25</td><td>1.0</td><td>1.5</td></tr></table> 「静岡市林地開発許可審査基準及び留意事項(R6. 4. 1)第2章第2 3(3)」	地震時		常時	水平震度	安全率	安全率	0.25	1.0	1.5	—	設計耐用期間内に発生する確率は低いが、発生すると非常に強い地震動（レベル2地震動）に対する盛土の変位量を一定以下とする。 L2地震動に対する動的FEM解析による安定解析を実施。ニューマーク法（盛土内静水圧、液状化考慮した条件）による計算を行い変位量を求めた。 <u>残留変位の目安</u> <u>残留変位と盛土斜面の長さの比が概ね2.5%以下</u> 「盛土等防災マニュアルの解説[Ⅰ]P124」
地震時		常時												
水平震度	安全率	安全率												
0.25	1.0	1.5												

3. ツバクロ盛土の安定性についての評価基準(静岡市の考え方)

(1) ツバクロ盛土の所在地に係る法令上の規定と評価基準

・ 盛土規制法	…対象地域	盛土等による災害から国民の生命・財産を守る
・ 静岡県盛土規制条例	…対象地域	土砂の崩壊等による災害の防止及び生活環境の保全を図り、県民の生命、身体及び財産を保護する
・ 森林法	…対象地域	土砂の流出または崩壊などの災害、水害、水の確保への著しい支障、周辺地域の環境を著しく悪化させること等を防止する
・ 砂防法	…非対象地域	自然災害から国民の生命や財産を守る

(2) ツバクロ盛土の特性

- ・ 360万 m^3 、高さ65mの大規模盛土
- ・ 周辺に人家、宅地等はない
- ・ 盛土崩壊時の河川への影響は考慮の必要あり

(次ページに続く)

3. ツバクロ盛土の安定性についての評価基準（静岡市の考え方）

（前ページの続き）

（3）静岡市が適用すべきと考える評価基準

- ・ 行政としては、ツバクロ盛土については、ツバクロ盛土の所在地が対象となっている「宅地造成及び特定盛土等規制法（盛土規制法）」「静岡県盛土等の規制に関する条例（静岡県盛土条例）」への適合を基本としつつ、盛土規模が著しく大きいことから、崩壊による社会的影響も大きいことを考慮することが必要である。
- ・ また、鉄道事業者であるJR東海が、鉄道事業の一部として実施する工事であることから、鉄道事業者として実施する構造物としての設計方法・評価基準も考慮する必要がある。
- ・ このため、行政（静岡市）としては、「盛土規制法」「静岡県盛土条例」の技術上の基準を参考としつつ、法令上の義務の履行基準よりも、より厳しい条件（上乘せ基準）でも盛土の安定性が保たれるような設計を事業者に求める。
- ・ 具体的な設計法としては、法令の基準や解説を参考としつつ、JR東海が用いる設計方法を評価する。

（注：基準の規定方法としては、「仕様規定」（具体的設計方法を示し、その設計方法を用いることを求める）と「性能規定」（一定の性能を確認することを求め、具体的設計方法は規定しない）に大別できる。

本評価においては、「仕様規定」ではなく、「性能規定」への適合性で評価する。

4. ツバクロ盛土の安定性についてのJR東海の設計方法の基本的考え方と静岡市の評価

(1) JR東海が用いている設計の基準と各種規定との関係

「静岡県林地開発許可審査基準及び一般的事項（令和6年4月改正）」、「静岡県盛土等の規制に関する条例 盛土等の構造基準及び解説（令和4年5月）」、「宅地造成及び特定盛土等規制法」および盛土規制法の施行に当たっての留意事項について（技術的助言）の施行通知（令和5年5月26日）で留意すべきとされる要領（「盛土等防災マニュアル」）を踏まえ、大規模な盛土であることも考慮の上で、下記の表の条件で設計を実施する。

また、地震時の検討や排水施設の設計では、鉄道や道路など重要インフラの設計基準を一部で適用して設計する。

検討内容	盛土規制法	静岡県盛土条例	森林法	JR東海基準
排水	表面：5～10年確率の降雨強度を基本、大きい降雨強度を用いる場合は、森林法及び砂防法の降雨強度の考え方を参考 盛土内：地表水や地下水を適切に排除する管渠等、盛土内排水工を設置	表面：5年確率強度以上の値による計算 盛土内：適切な排水設備の整備	表面：10年確率雨量強度（重要な保全対象がある場合は30年確率雨量強度） 盛土内：雨水等を適切に排除する排水施設を設置	表面：100年確率降雨強度による計算 盛土内：基盤排水層、水平排水工、縦排水工、小段排水、地下排水工を設置
安定性・耐震	震度6～7程度に際しては、人命、造成宅地及び農地等の存続に重大な影響を与えないこと 地盤の液状化判定に関する検討においては簡易法により、それぞれ設計を行うことを標準とし、必要に応じて動的解析法による耐震設計を行う	L1地震動：円弧すべり面法 L2地震動：記載なし 【法高が30mを超える高盛土等】 L1地震動：残留変形解析又は円弧すべり面法 L2地震動：残留変形解析	円弧すべりによる崩壊が発生しないように、安全率を満たすこと	L1地震動：円弧すべり面法（盛土内静水圧、液状化考慮した条件） L2地震動：円弧すべり面法、動的FEM解析、ニューマーク法（盛土内静水圧、液状化考慮した条件）
背後地山・周辺地形の確認	周辺の自然斜面が不安定化する等の影響を十分に調査し、全体の安定を考慮する	記載なし	記載なし	後背地の安定を確認（エルザマップ、地形判読図、現地状況）
護岸	記載なし	記載なし	渓流等により法面が侵食され又は崩壊するおそれがある場合には、擁壁の設置等の措置が講ぜられるものであること	100年確率流量から構造設計＋周辺環境配慮の巨石積
深層崩壊の確認	周辺域を含めた崩壊・土石流・地すべり等の可能性や水文状況、環境への影響の把握等を行うための調査が必要	記載なし	記載なし	土砂流出シミュレーション実施（樺島への被害無を確認）
施工管理	締固め、地山の段切り、法面保護	締固め、地山の段切り、法面保護	締固め、地山の段切り、法面保護	締固め、地山の段切り、法面保護＋仮設排水工、仮設沈砂池、盛土表面のシート養生
維持管理・異常時対応	日常的な維持管理（排水施設の健全性や変状等の定期的な目視確認、地下水観測等）	記載なし	通常時、豪雨時の排水施設や洪水調整池等の維持管理	通常時、大雨時、地震時の点検計画、地下水位計測

(2) 静岡市の評価

3. (3) で示した静岡市が適用すべきと考える上乗せ評価基準に照らし、JR東海の設計の基本的考え方（基準や外力の設計等）は適切である。

5. ツバクロ盛土の安定性についてのJR東海の具体的設計方法と静岡市の評価

(1) JR東海の具体的設計方法①～⑦

①排水

現地の水の流れる経路や盛土背後の沢状の地形の延長線上など、地形判読の結果を考慮した地下排水工を設置する。

表面：100年確率（180mm/時程度）降雨強度に対し、2割の排水余裕を持たせた設計とする。

盛土上にのり肩排水工やのり面排水工、小段排水工の排水設備を設置する。

盛土背後に降った雨水は、地山接続排水工にて集水し、流末に流す。

盛土内：基盤排水層、水平排水工、縦排水工、小段排水、地下排水溝を設置する。

各排水工は、土圧で潰れないよう、高耐圧管路により計画する。

沈砂池：土砂を貯蔵できる構造とし、沈砂池に溜まる土砂は1か月に1回程度浚渫する。

②安定性・耐震

地盤調査を行い、FL法による液状化検討を行った。

L1地震動：円弧すべり面法（盛土内静水圧、液状化考慮した条件）

地震動については9ページ

L2地震動：円弧すべり面法、動的FEM解析、ニューマーク法（盛土内静水圧、液状化考慮した条件）

③背後地山・周辺地形の確認

作成したエルザマップを活用し、崩壊地やガリー、崩土堆積箇所等について、より詳細な地形判読図を作成し確認した。

（エルザマップ：航空レーザー測量の地形データから斜面の傾斜量図や地形標高データを地形表現させることができる。）

④護岸

・盛土は河川から10mの離隔を確保し、100年確率の流量が大井川で流れた際の水位の流速に耐える構造で計画。

・環境への配慮として通水性を確保するため、ふとんかごをのり尻に設置し、面状補強材で盛土とふとんかごを一体化する。

・洗堀対策として法尻構造物は根入れを行う。

・のり尻が洗掘（8m）された場合の円弧すべり面法による安定計算（盛土内水位を天端に設定）を実施。

・法面に面状補強材による補強を施すことで安全率を満たすことを確認した。

⑤深層崩壊の確認

土砂流出シミュレーションを実施し、榎島への被害がないことを確認した。

5. ツバクロ盛土の安定性についてのJR東海の具体的設計方法と静岡市の評価

⑥施工管理

- ・盛土の締め固めは1層の仕上がり厚さを30cm以下にするとともに、締め固め度を90%となるように転圧する。
- ・工事中、盛土上部ではシート養生により施工段階の雨水による洗掘を防止し、仮設沈砂池やを設け、盛土上部の雨水を適切に集水するとともに、濁水の発生を抑制する。また、造成範囲の外周に仮設排水工を設置し、地山表面からの雨水の流入を防ぐ。
- ・原地盤と盛土の接続部は、60cm程度の段切りを行う。

⑦維持管理・異常時対応

- ・通常時に地下水位の状況を確認しつつ、排水機能の低下がみられる場合は追加の水抜きボーリングを行い排水機能を確保する。
- ・豪雨時の地下水位の上昇を抑制する工法などを引き続き検討する。
- ・沈砂池に溜まる土砂は1か月に1回程度浚渫する等、適切に維持管理を行う。
- ・大きな地震が発生した場合には、盛土の状況を速やかに点検し、崩壊等を確認した場合は、静岡県、静岡市等に報告し、復旧を行う。復旧に向けて、あらかじめ近隣への資機材を配備するなど、必要な準備を行う。
- ・地震の際には、対岸の斜面の状況もドローン等の調査により確認する。
- ・工事中は現地に常駐する工事管理者等が定期的に施工管理を行う。
- ・工事完了後も定期的に盛土や排水設備等の状況確認のうえ、適時適切に清掃し、地震や豪雨が発生した場合には、盛土や排水設備等の状況を速やかに確認する。
- ・工事完了後も、沈砂池から水を流す河川については、水質の測定を将来にわたって実施する。
- ・定期的に近傍の大井川の河床高さを確認し、継続した河床上昇がみられる場合は河川管理者へ河床の浚渫等に関する協議を行う。

(2) 静岡市の評価①～⑦

①～⑦については、静岡市の適用すべきと考える評価基準に照らし、JR東海の具体的設計方法は適切である。

5. ツバクロ盛土の安定性についてのJR東海の具体的設計方法と静岡市の評価

(3) 地震動に対する安定性についてのJR東海の具体的設計方法

⑧地震に対する安定性

盛土の安定性の検討のために、地盤調査をした上で、大規模地震動（L2地震動）を想定した円弧すべり面法による安定性の検討及びニューマーク法による変位量の確認を行った。

①地質調査結果を用いたFL法による液状化の検討

地質調査により、ツバクロの現状地盤は上位から崖錐・沖積錘堆積物、河床堆積物（玉石砂礫層）、岩盤（粘板岩）で構成されていることを確認し、また、標準貫入試験によるN値から、基礎地盤として十分な強度であることを確認している。

地質調査結果を用いてFL法による液状化検討を実施した。

→10m程度下の粘性土質礫層（厚さ1.5m程度）にてFL値=0.21となり、液状化する可能性があることが分かった。

②円弧すべり面法による安定解析

（解析ケース）

- ・設計水平震度を0とした円弧すべり（盛土高1/3の高さに静水圧、過剰間隙水圧を設定）
- ・地震時の円弧すべり（盛土高1/3の高さに静水圧、地震時の水平力をかける（ $K_h: 0.25$ ））
- ・設計水平震度を0とした複合すべり（盛土高1/3の高さに静水圧、過剰間隙水圧を設定）
- ・地震時の複合すべり（盛土高1/3の高さに静水圧、地震時の水平力をかける（ $K_h: 0.25$ ））

→いずれの場合も安全率（盛土直後： $F_s \geq 1.5$ 大地震時： $F_s \geq 1.0$ ）を満足し、盛土が安定していることを確認した。

解析では液状化を考慮し、
過剰間隙水圧を設定している。

③ニューマーク法による変位量の確認

・FEM（有限要素法）を用いた動的解析による地震波の確認

地震動約944gal（横ずれ断層や逆断層を含めた多様な断層による地震を概ね包含する形でMw7.0度の内陸活断層による地震が直下で発生した場合の地震動を想定し設定されている。）、盛土高1/3の高さ静水圧、過剰間隙水圧を設定、盛土背後地山斜面追加の条件で、FEM動的解析を実施した。

→法肩部を中心に約5mの範囲で水平加速度が基盤部の入力加速度に対し約14%程度増幅（最大約944gal→約1,104gal）することを確認した。

・FEM動的解析で得た水平加速度を用いたニューマーク法

水平加速度（約1,104gal）を用いて、ニューマーク法による変位量を確認した。

→解析の結果、変位量は約3.6mであったため、安定性を高めるために高強度の補強材（面状補強材）による補強を行ったところ、変位量は2.2mまで減少した。

(4) 静岡市の評価⑧ 7. に記述

6. 設計方法の適切性の確認方法の基本(地震時の盛土の安定性の場合)

1. どのような不安定な状態を想定しているか

①盛土が大きな塊として円弧状にすべり落ちる場合

⇒対策：円弧すべり面の上の塊がすべり落ちる力・起動モーメント < それに抵抗する力・抵抗モーメント となるようにする

②盛土の各部分(要素)にひずみや変形が発生し、それによる盛土の一部の大きな変形の発生、または盛土の崩壊

⇒対策：変形量(ひずみ量または変位量)を一定以下に抑える

2. どのような外力または盛土内部の状態を想定しているか

①外力：主なものは、地震力、降雨量

②盛土内部の状態：主なものは、盛土材料の性状、盛土内の地下水位の位置、含水率 + 支持地盤の液状化

3. どのような設計法を用いているか。その時の確保すべき安全率や変形量をどの程度としているか

①盛土の円弧すべり：すべり面として円弧を設定し、起動モーメントと抵抗モーメントを比較し、所定の安全率を確保する(一般的な静的解析方法)

②盛土の変位量：何らかの動的解析(刻々変化する地震動を盛土を含む周辺地形に与え、地震動に対する盛土各部分(要素)の応答を解析する(時刻歴応答解析))

設計法1：地震動を盛土等に作用させ、各要素における地震波の増幅(応答加速度等)を計算した上で、その応答加速度等を用いて、静的な解析方法で変形量を計算する
(動的解析+静的解析)



変形量として変位量を求める
変位量をどの程度以下にするかについては、明確な基準がない(目安値はある)

設計法2：地震動を盛土等に作用させ、各要素の変形量(ひずみまたは変位量)を直接計算する(動的解析)



ひずみ量を一定程度以下とする

7. 設計の適切性の確認(地震時の盛土の安定性の場合)

J R東海の設計方法について (地震時)

確認すべき項目	JR東海が用いた方法		静岡市の評価
1. どのような不安定な状態を想定しているか	①盛土の円弧すべり ・地質調査結果を用いた支持地盤の液状化 ・地震時:円弧すべりによる盛土の一部土塊のすべり ・盛土がのり尻部から8mの高さまで侵食された場合の検討 ②地震動による盛土要素のひずみ・変位に伴う盛土の変形・崩壊		・支持地盤の液状化を考慮していることを確認した。 ・円弧すべりについては、いずれの場合においても安全率を満たし、盛土が安定することを確認した。 ・のり尻侵食時の盛土の安定性については、法面に補強を施すことにより、円弧すべり法による解析結果すべてで安全率1.0以上を確保できることを確認した。
2. どのような外力または盛土内部の状態を想定しているか	外力	・地震力 Mw7.0程度の内陸活断層による地震が直下で発生した場合の地震動を想定 ・降雨量 100年確率降雨強度	・左記の設定は、上乘せの厳しい状態を想定するものとして適切。
	内部の状態	・地下水位: 地震時は盛土高1/3の高さに設定	
3. どのような設計法を用いているか。その時の確保すべき安全率や変形量をどの程度としているか ① 円弧すべり	方法	・円弧すべり法による安定解析。水平震度0.25	・用いている具体的設計方法は適切。 ・安全率を満たし、盛土が安定することを確認した。
	基準	地震時の安全率 $F_s \geq 1.0$	
② 盛土の変位量	方法	イ:FEMを用いた動的解析により水平加速度を算定 ロ:イにより算定された波形を用いてニューマーク法により変位量を静的に計算	・ジオテキスタイルによる変位を抑える補強を行うことで、得られた盛土の変形量は「盛土等防災マニュアル」の解説において、大規模地震動に対して限定された残留変形にとどめることができるとされている値に収まっていることを確認した。 ・盛土内に補強材を敷設することにより、変位を抑制するとともに、大規模地震時においても盛土が崩壊しにくくなる配慮が行われていることを暫定的に確認した。 ただし、不確実性は残る。 ・将来、実際の盛土材の性状を用いて、動的解析により最終確認を行うことが望ましい。
	基準	残留変位と盛土斜面の長さの比が概ね2.5%以下	

8. JR東海のツバクロ盛土の安定性にかかる設計結果についての静岡市の総合評価

【静岡市の総合評価（案）】

J R東海の設計については、盛土規制法等の関連法の設計指針を踏まえた、法令上の義務の履行基準よりも厳しい条件への適合性を確認している。J R東海の設計は、以下の点において現時点では妥当であると評価する。

【排水、安定性・耐震、後背地、護岸、深層崩壊、施工管理、維持管理・異常時対応】

ただし、実際の盛土の土質は設計で用いるものとは性状が異なる可能性が高い。このため、現時点でこれ以上の解析を行っても、仮の設計をより精緻に行っているにすぎない。

よって、将来、実際に盛土する前に、実際の盛土材料の物性値等の確認を行った上で、その時点で最良と思われる動的解析の方法などで安定性の解析を行い、安定性に必要な措置（盛土高、勾配、補強方法の変更など）を検討することを求める。

9. ツバクロ盛土の安定性にかかる設計結果についてのJR東海の方

- ・「盛土等防災マニュアル」の解説において、残留変位と盛土斜面の長さの比を概ね2.5%以下とした場合に、大規模地震動に対して限定された残留変形にとどめることができるとされており、それに相当する残留変位(約3.3m)より小さな値に収まっている。
- ・盛土は河川から10mの離隔を確保している。また、盛土内に補強材を設置しているため、すべりを想定した土塊の変形が抑制され、盛土が河川に流出して支障を及ぼすリスクは小さい。

現時点での解析結果(約2.2mの変位量)は、盛土の管理上妥当であると考える。



実際に盛土する際には・・・

- ・トンネル掘削土を複数の発生土置き場に分散して配置することで、ツバクロ発生土置き場への土砂搬入量を抑制し、盛土高さを可能な限り低減することにより、さらに安定性を高める。
- ・トンネル掘削土の物性値が確認できた時点において、安定検討及びFEM動的解析の再解析、ニューマーク法による変位量の再確認を行う。
- ・ニューマーク法だけでなく、物性に応じた最適な解析プログラム(GEOASIA等)により、解析を行い、改めて地震時の盛土の変形状況を確認する。
- ・設計の想定を超える地震が発生した場合に備え、盛土近傍に資機材の準備を行う。
- ・盛土の被災時は、準備した資機材を使用し、主体的にツバクロ発生土置き場の復旧を行う。