

埼玉県 深谷市 都市計画課

令和 6 年度

深谷市 大規模盛土造成地

第二次スクリーニング業務委託

概 要 版

令和 7 年 3 月



目 次

1.業務概要	1
2.地形地質概要	1
3.学識経験者との現地踏査	2
4.ボーリング調査結果	2
5.室内土質試験結果	3
6.地下水位観測結果	3
7.変状定期観察	4
8.総合解析とりまとめ	5

1. 業務概要

【目的】

宅地造成及び特定盛土等規制法では、大地震時に災害の発生のおそれ大きい大規模盛土造成地について、造成宅地防災区域の指定又は宅地造成工事規制区域内における災害防止のために必要な措置の実施の勧告を行うこととされている。本業務は、これらの措置を行うにあたり必要となる大規模盛土造成地の変動予測調査について、令和3年度に深谷市が実施した「深谷市大規模盛土造成地変動予測調査業務委託(以下「令和3年度業務という。）」で作成した第二次スクリーニング計画に基づき、1箇所の大規模盛土造成地について地盤調査及び安定計算を実施し、当該造成地の安全性を確認することを目的とする。

【発注者】 埼玉県 深谷市 都市計画課

【受注者】 株式会社 日本インシーク 埼玉支店

管理技術者: 宮下 洋史

照査技術者: 福室 貴志

【業務範囲】 埼玉県深谷市上野台地内

【履行期間】 (自) 令和6年7月25日

(至) 令和7年3月21日

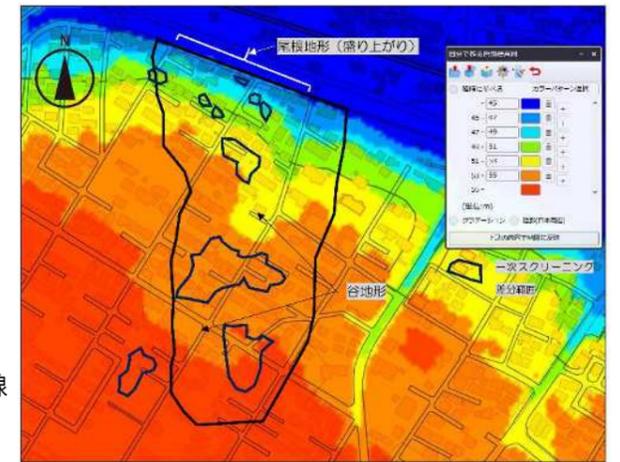
【業務内容】

項目	単位	No.①				No.②				合計	増減
		①別孔	②別孔	③別孔	④別孔	①別孔	②別孔	③別孔	④別孔		
地下水調査 観測井掘削費	土質ボーリング	粘性土・シルト 85mm	m	2.65	0.00	1.40	0.00	14.0	4.1	▲10.0	
		礫混り土砂 85mm	m	5.35	0.00	5.60	0.00	2	10.9	8.9	
		計	m	8.00	0.00	7.00	0.00	16.0	15.0	▲1.0	
	サンプリング	粘性土・シルト 116mm	m	0.00	1.70	0.00	0.50	14.0	2.2	▲11.8	
		標準貫入試験	粘性土・シルト	回	2	0	1	0	14	3	▲11
			礫混り土砂	回	6	0	6	0	2	12	10
		計	m	8	0	7	0	16	15	▲1	
	サンプリング	デニソン	本	0	2	0	1	4	3	▲1	
	室内土質試験	土粒子の密度	試料		2		1	4	3	▲1	
		土の含水比	試料		2		1	4	3	▲1	
土の湿潤密度		試料		2		1	4	3	▲1		
土の粒度(沈降)		試料		2		1	4	3	▲1		
土の粒度(ふるい)		試料		2		1	4	3	▲1		
土の液性限界		試料		2		1	4	3	▲1		
土の塑性限界		試料		2		1	4	3	▲1		
土の一軸圧縮試験 繰り返し試験含む		試料		2		1	0	3	3		
土の三軸圧縮試験(CU)		試料		2		1	4	3	▲1		
仮設費		環境保全 仮囲い	箇所	1		1		2	2	0	
	調査孔閉塞	箇所	1	1	1	1	2	4	2		
	平坦地足場	箇所	0		1		2	1	▲1		
	積料足場 30'以上45'未満	箇所	1		0		0	1	1		
	給水費(ポンプ運転) 20m以上150m以下	箇所	1		1		2	2	0		
	観測井設置 φ50mm	箇所	1	0	1	0	2	2	0		
観測井戸	ハンドホール設置	箇所	1	0	1	0	2	2	0		
	地下水位観測井の閉孔及び 表層の復旧		1	0	1	0	2	0	▲2		
準備費	準備及び後片付け	業務		1			1	1	0		
運搬費	特装車運搬(クローラ)	t	3.1		0	3.1	0	▲3			
安全費	交通誘導警備員B	人	0		0	6	0	▲6			
宇都宮県との検討会及び現地踏査	人	踏査	1	検討会	1	2	2	0			

一次スクリーニングでは、この谷地形及び尾根地形の両方に差分が見出されている。差分地形は現在の尾根状の地形や谷地形部の両地形に分布しており、盛土後も現在谷地形を示している箇所もある。

一次スクリーニングでは特にはっきりとした連続した差分範囲ではないが、それらを全体として取り囲んだ範囲を大規模盛土と認定している。

図 2.2 差分範囲と色付き等高線



【地質概要】

調査地周辺の地質は、第四紀後期更新世の櫛引礫層(M2)の礫、砂及び泥からなる。櫛引礫層は、前述の櫛引台地を構成している。櫛引台地内部の仙元山は第四紀前期更新世の物見山礫層相当層(Mo)の礫、砂及び泥からなる。櫛引台地西部の丘陵も同様に物見山礫層相当層からなる。櫛引台地の北東部は、第四紀後期更新世の藤岡粘土層相当層(T)や、完新世の礫及び砂の扇状地堆積物(a1)が広がっている。

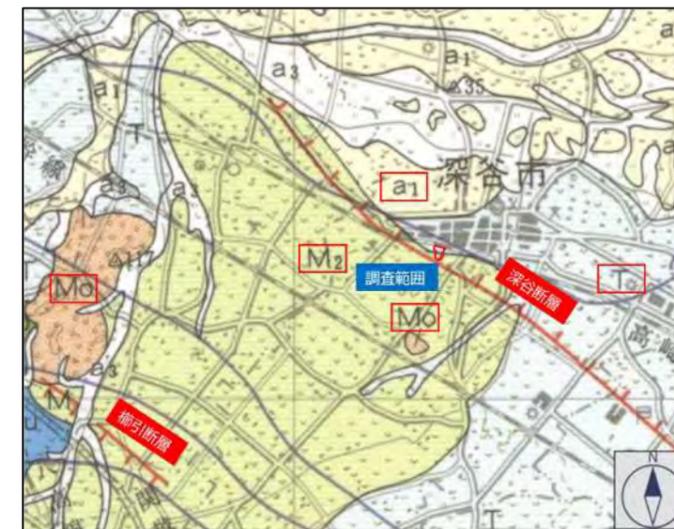
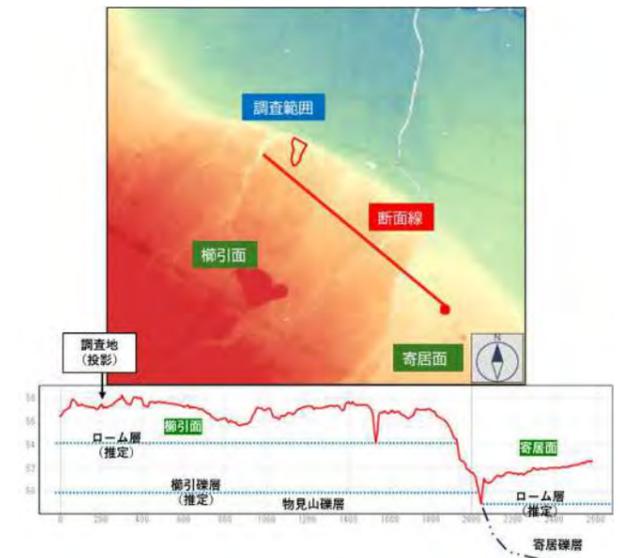


図 2.3 調査地周辺の地質図(産総研 20万分の1地質図幅 宇都宮)

「日本の地質3関東地方」(共立出版)によると、櫛引台地は櫛引面と寄居面に分けられる。櫛引面は武蔵野面相当で、新規ローム層や大里ローム層(立川ローム層上部に相当)に覆われており武蔵野ローム層層準のローム層は欠層している。寄居面は立川面相当で、大里ローム層に覆われている地域と、ローム層に覆われていない地域がある。ローム層の下部には、礫層が存在する。QJISで作成した色別標高図と断面図を参照すると、櫛引面と寄居面を明確に確認できる。

図 2.4 色別標高図と断面図
(国土地理院のデータを元に QJIS で作成)



2. 地形地質概要

【地形概要】

調査範囲は、JR 高崎線深谷駅南口から台地と低地の境界に沿って西側へ約 650m~850m、その中心から南東へ約 360m範囲の櫛引台地上位置する。櫛引台地は、関東山地東縁から北西へ緩い勾配を有し、北西側は神流川、南東側を荒川、北東側を利根川低地に囲まれた範囲であり、北東側の台地と低地の境界は明瞭な崖線で低地と境されているのが特徴である。この低地境界には深谷活動セグメントと称される活断層が北西から南東へと分布している。但し現地では台地境界の崖線は認められるものの、横ずれ成分を示すような地形的特徴は認められず、かつ台地境界部でのピット掘削調査も行われていないため、推定逆断層と表記されている。



図 2.1 調査地周辺の地形分類(国土地理院)

等高線を色別に処理した地形図を図 2.2 に示した。等高線間隔は 45mから 2mピッチで 55m以上まで示している。等高線の特徴としては、全体的に台地傾斜に沿った平行状ではなく、大規模盛土範囲の中央付近がややへこんだ形を示しており、台地末端の崖線部では盛土範囲が両側の地形より盛り上がった形状を示している。

3. 学識経験者との現地踏査（測量測線及びボーリング位置計画）

【当該地区の盛土の特徴】

当該盛土範囲の踏査結果は図 3.1 に示した。踏査によれば 1 次スクリーニングで示された盛土範囲及びその境界で明瞭な自然地盤と盛土の境界の特徴的な現象（盛土内：構造物や建屋の沈下・傾動 盛土境界：地山との境界での地割れや明瞭な標高差）は認められなかった。これについては当地の過去の谷形状が、側部に於いて緩い勾配の浅い谷であった可能性が考えられる。



図 3.1 盛土範囲踏査結果

【1 次スクリーニング結果との整合性】

旧地形と盛土後の標高差に於いて明瞭な差分として分析できる比高は 5m 程度とされている。1 次スクリーニングで示された比高は 2~3m の範囲であり若干比高の精度は下がると言える。しかし少なくとも差分として分析されていることから連続性不明であるが、2~3m 程度の比高差がある範囲が存在することは推定される。

踏査結果では、差分箇所において一般的な台地形状や谷形状と異なる不自然な現地形及び構造物変状箇所があった。その箇所は盛土末端部の河川護岸斜面上で、盛土側（右岸）が反対側（左岸）より盛土範囲部分に於いて 2m 程度高くなっている箇所（写真②）が認められ、また盛土範囲中央部差分箇所では、土地が緩く窪んだ形状を示しこの台地の周辺の狭く傾斜のきつい浸食による谷とは異なる不自然な形状が確認された（写真④）。この付近では敷地境界の盛土抑え擁壁面に多くのクラックが入り、基礎地盤が軟らかい状態で全体的に擁壁に曲げが作用している可能性を示唆していると考えられることや、擁壁と道路境界に分離変状が確認された（写真⑤）。これらの 3 か所で 1 次スクリーニングの差分箇所との整合性が優位に認められたと言える。

盛土全域での整合性については、盛土規模が 2~3m 程度である事、その後の造成等による改変時に安定処理が講じられた可能性があり、明瞭には変状などは確認できなかった。

【2 次スクリーニングでの盛土測線】

1 次スクリーニングによる差分範囲での不自然地形、変状箇所を勘案すれば、盛土範囲の中央を測線（直線）として設定することが適切と判断される（図 3.3）。尚縦断測量起点は河川流路左岸法肩とした。

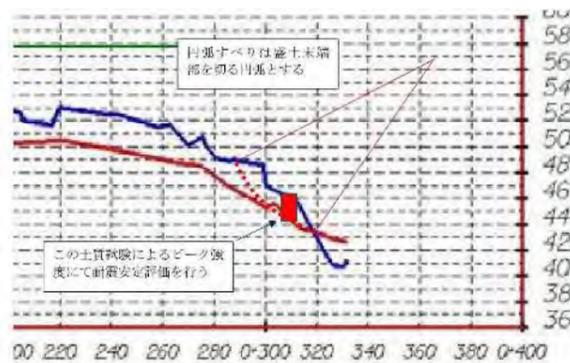


図 3.2 盛土法尻の耐震評価における土質試験位置とすべり面通過位置

【ボーリング調査地点選定の着目点】

盛土耐震評価を行うための標準断面の旧地形面は、図 3.2 の 1 次スクリーニング代表断面に示された旧地形面を踏襲し、そのうち確実に盛土が存在するであろう差分が明確で、かつ踏査結果で不自然地形と解釈された場所とする。（ボーリング位置と各位置の写真は、本文 P-14 参照）

【盛土耐震安定における解析断面と地盤定数】

盛土耐震評価を行う上での解析断面は、図 4.3 の 1 次スクリーニング代表断面に示された地形面に今回実施する測量縦断面を重ねた断面にて実施した。

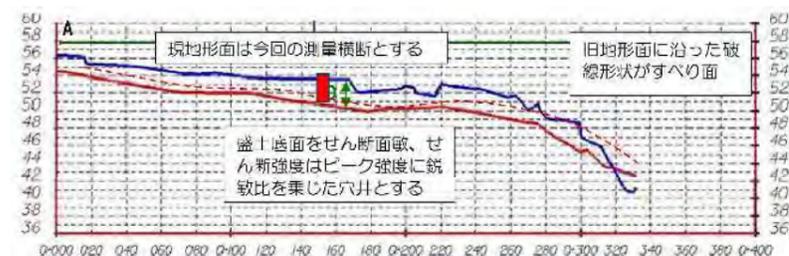


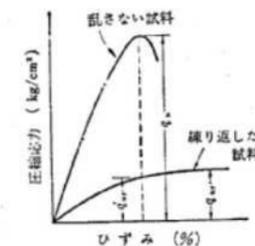
図 4.3 盛土内の耐震評価における土質試験位置とすべり面通過位置

今回実施するボーリングにて採取した乱れの少ない試料にて実施する力学試験の結果から地盤定数を推定する。但し、盛土法尻付近と台地内盛土の地盤定数は以下の様に分けて解析することとする。

河川法尻部については、土質試験のうち力学試験で得られたピーク強度をせん断強度として、水平設計震度 $kh=0.25$ が全層に渡って作用する条件にて、修正フェリニウス法にて円弧すべり解析を実施する。

ガイドラインにはないが**学識経験者の意見**として深谷セグメント（活断層）の影響を考慮に入れることとする。

台地内部については、盛土と旧地盤の境界面勾配が非常に緩いため、土質試験におけるピーク強度をせん断強度とした場合、まず安全率は $F_s=1.0$ を大きく超えることになると予測される。従って盛土内部の耐震評価については、地震最大加速度時に境界部が繰り返しせん断応力により壊れたことを想定し、破壊後の強度で抵抗すると仮定し、力学試験における鋭敏比をピーク強度に乗じた値をせん断強度として解析を行う。



テルツァギーの方法

$$St = q_u / q_{ur} \dots \dots \dots$$

図 4.4 鋭敏比の解説

4. ボーリング調査結果

本調査地で実施した 2 箇所のボーリング柱状図は、別紙（報告書巻末資料）に示す通りで、これらから推定される地質断面図を図 4.1 に示す。調査地の地層構成は厚い礫層（楡引礫層）と、その上位の宅地造成盛土および関東ローム層（いずれも粘性土主体）からなる。

表 4.1 地質層序表

地質時代	地層名	記号	設計用土質	相対稠度 相対密度	N値	記事	写真
第四紀 更新世	大規模盛土	Bs	粘性土	中位	5-6	両地点でみられる。黒ボク、ロームを含む盛土である。全体に不均質で粘性が大きい。植物根、小礫、φ5mm程度の円礫、ガラス片、プラスチック片が混入する。	
	関東ローム	Lm	粘性土	硬い	11	No.1でみられる。比較的均質な粘性土で、粘性が大きい。小礫や炭化物が混入する。	
	楡引礫層	Kg	砂礫	密な	32-115	両地点でみられる。φ2~30mmの円礫が多い。基質は粘土混じり砂。含水は少なく、指で湿る程度である。削孔水は20%程度の逸水がある。No.2では水位が認められなかった。	



図 4.1 地質断面図

表 4.2 鋭敏比試験結果及び鋭敏比を考慮したせん断強度

	T1-1	T1-2	T2-1	備考
qu	140.1	267.9	94.7	一軸圧縮強度
quave	169.3	219.6	120.0	
quave	154.7	243.8	107.4	平均一軸圧縮強度
qur	73.4	83.5	20.1	繰り返し強度
鋭敏比 St	2.1	2.9	5.3	quave/qur
qu耐震せん断	36.7	41.8	10.1	攪乱後のせん断強度 ($\phi=0$)
三軸c	53.9	89.5	53.5	三軸圧縮試験によるせん断強度
三軸 ϕ	11.6	19.0	12.6	
三軸qu	132.2	250.9	133.6	qu=2ctan(45+ ϕ /2)より求めた
鋭敏比考慮qu	62.7	86.0	25.0	三軸u/鋭敏比
三軸耐震設計c	31.4	43.0	12.5	qu=2ctan(45+ ϕ /2) ($\phi=0$)より求めた
三軸耐震設計 ϕ	0.0	0.0	0.0	地震時の飽和状態を考慮

単位 c(kN/m²) ϕ (°)

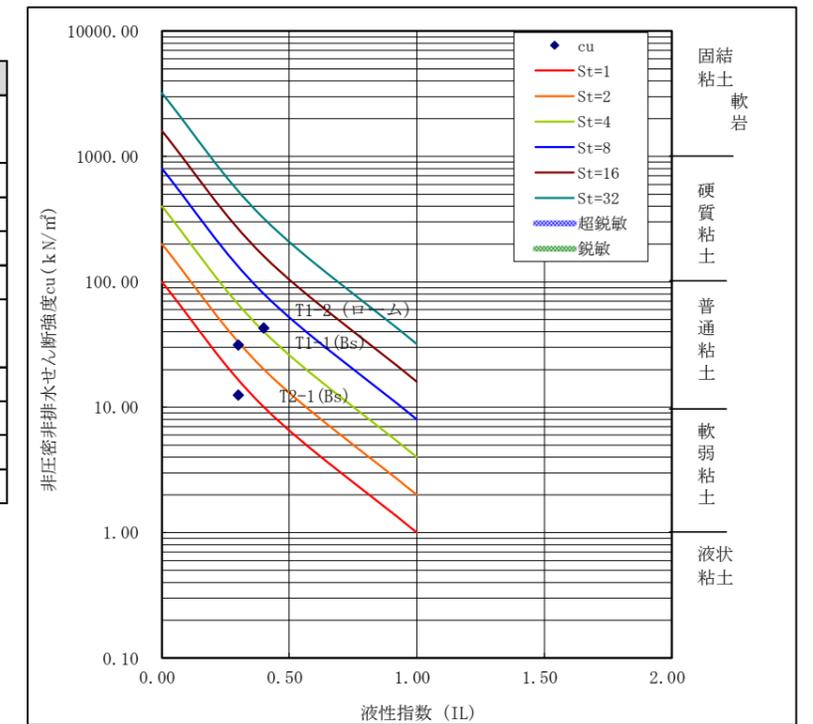


図 4.1 鋭敏比と液性指数の相関から行う超鋭敏粘土・鋭敏粘土の判定図
「土質試験 基本と手引き」(公)地盤工学会、pp156

5. 室内土質試験結果

室内土質試験結果一覧を表 4.1 に示す。

鋭敏比 St は、乱さない試料の一軸圧縮強さ qu(kN/m²)と繰り返した試料の一軸圧縮強さ qur(kN/m²)の比(St=qu/qur)である。

今回鋭敏比を求めた理由は、大規模盛土が深谷セグメント(活断層)に接しているため、実際の地震時にはせん断波以外にも強い縦揺れ(粗密波)が発生することや、地震動の継続時間が長い可能性が懸念されるためである。つまり一回の最大水平力以外の揺れで、地盤が壊れなくても、継続する地震波によって土粒子構造が壊れることにより、どの程度安全率が低下するかを参考として求めておく必要があると考えたためである。

今回の鋭敏比の結果について、液性指数とせん断強度相関図に示すと図 5.1 の通りである。この図で示された鋭敏比は T1-1 が St=4、T1-2 が St=2、T2-1 が St=1 を示し、表 4.2 に示した鋭敏比とは乖離がある。これは含水比が小さくなったローム質の粘土が基質を構成しているため、シキソロピーが強い状態となっていると思われる。このため図 4.1 でも鋭敏粘土からは外れ一般粘土の領域を示している。

表 5.1 室内土質試験結果一覧表

試料番号 (深さ)	T1-1		T1-2		T2-1	
	0.50m~ 1.40m	1.70m~ 2.25m	0.50m~ 1.40m	1.70m~ 2.25m	0.50m~ 1.40m	1.70m~ 2.25m
一般						
湿潤密度 ρ_t g/c m ³	1.804	1.972	1.751			
乾燥密度 ρ_d g/c m ³	1.310	1.550	1.270			
土粒子の密度 ρ_s g/c m ³	2.694	2.694	2.665			
自然含水比 Wn %	37.7	27.2	37.9			
間隙比 e	1.057	0.738	1.099			
飽和度 Sr %	96.1	99.4	91.9			
粒度						
礫 分 2 ~ 75mm%	0.2	0.0	4.1			
砂 分 75 μ m~2mm%	13.0	15.0	41.3			
シルト 分 5 ~ 75 μ m%	35.5	47.9	33.1			
粘土 分 5 μ m未満%	51.3	37.1	21.5			
最大粒径 mm	4.75	2.00	19.00			
均等係数 Uc	-	-	-			
50% 粒径 mm	0.0046	0.0115	0.0516			
コンシステンス特性						
液性限界 WL %	61.9	41.0	50.4			
塑性限界 Wp %	25.7	19.0	32.3			
塑性指数 Ip	36.2	22.0	18.1			
液性指数 IL	0.3	0.4	0.3			
コンシステンス指数 Ic	0.7	0.6	0.7			
分類						
分類名	砂まじり粘土 (高液性限界)	砂質粘土 (低液性限界)	砂質シルト (高液性限界)			
分類記号	(CH-S)	(CLS)	(MHS)			
一軸圧縮						
一軸圧縮強さ qu kN/m ²	140.1	267.9	94.7			
平均一軸圧縮強さ qu kN/m ²	169.3	219.6	120.0			
平均一軸圧縮強さ qu kN/m ²	154.70	243.75	107.35			
繰り返し一軸圧縮強さ qu kN/m ²	73.4	83.5	120.0			
鋭敏比 St	2.1	2.9	5.3			
変形係数 E ₅₀ MN/m ²	11.3	12.8	0.5			
三軸圧縮						
試験条件	CU三軸	CU三軸	CU三軸			
全応力 c kN/m ²	59.3	89.5	43.5			
全応力 ϕ 度	11.6	19.0	12.6			
平均 E ₅₀ MN/m ²	9.14	23.42	15.75			
地質記号	Bs	Lm	Bs			

6. 地下水位観測結果

地下水観測は 2024 年 12 月~2025 年 3 月まで2か所にて計測した。その結果を表 6.1 にまとめる。

表 6.1 地下水位

観測孔	孔口標高	水位種類	最高水位	最低水位	恒常水位
No.1	45.10	孔内水位(GL-m)	5.587	7.823	7.823
		水位標高(GH m)	39.51	37.28	37.28
No.2	52.27	孔内水位(GL-m)	(-)	(-)	(-)
		水位標高(GH m)	(-)	(-)	(-)

(-) は地下水が認められないことを示す。

地下水が観測された地層は、計測期間中の恒常水位(No.1のみ計測)および最高水位とも揃引礫層であった。これは地下水が常に揃引礫層に賦存している可能性を示していると言える。但し計測期間が非出水期であることから、全体的に地表より深い位置に水頭が確認されたもので、出水期にはもう少し高い位置まで地下水位が分布する可能性があるかと推定される。

台地末端部水路に対する地下水は、水路水位に対して深い位置に分布しており、水路水とは分離して存在していると推定される。

大規模盛土と地下水は計測期間中では盛土内に地下水が形成されることはなかった。盛土範囲の中央付近であるボーリング No.2 に於いては計測期間中に地下水位が確認されなかったことから、出水期においても盛土内に地下水が形成される可能性は低いと推定される。

豪雨時の地下水は、礫層の規模が非常に大きく、常時の地下水面が地表より GL-6m 以下に分布することから、礫層全体が飽和するまでには水位が上昇しないものと推定される。また地表に降った雨水は、地表及び地層分布が段丘末端部へ向かって緩傾斜を示すことから、盛土内や関東ローム層内に宙水として賦存することなく、図 6.2 に示した経路で揃引礫層

に浸透し、低地側へ流下すると推定される。但し 2025 年 3 月 3 日～5 日の熊谷気象台降雨及び降雪記録では、42.5m m/3 日(2.5mm/h)の降雨量に対して 1.283mの上昇が認められた。この水位上昇反応は降雨が 3 日午前に対して 6 日午前 12 時に最高水位を記録している。このことより地表からの降雨浸透反応より、段丘面全体(上流側)の降雨に対する反応とみられ、かつ降雨量に対して水位上昇量が大きいことから、豪雨時の地表付近の地下水の変化は現段階では推定出来ない。

非出水期の地下水動向のため出水期の地下水を論じることはできないが、少なくとも礫引礫層が飽和し大規模盛土内に水圧を有する地下水が形成される可能性は低いと推定される。

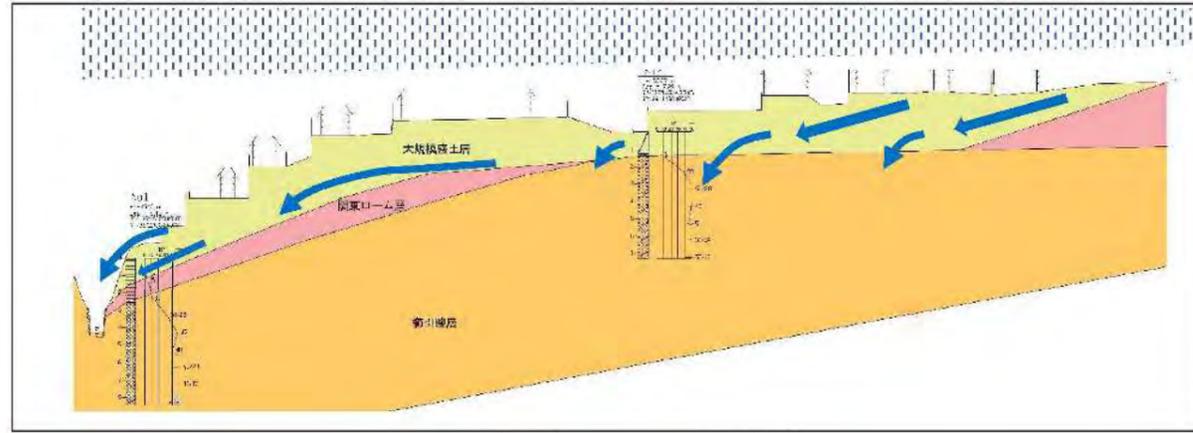


図 6.2 降雨時の雨水浸透経路推定図

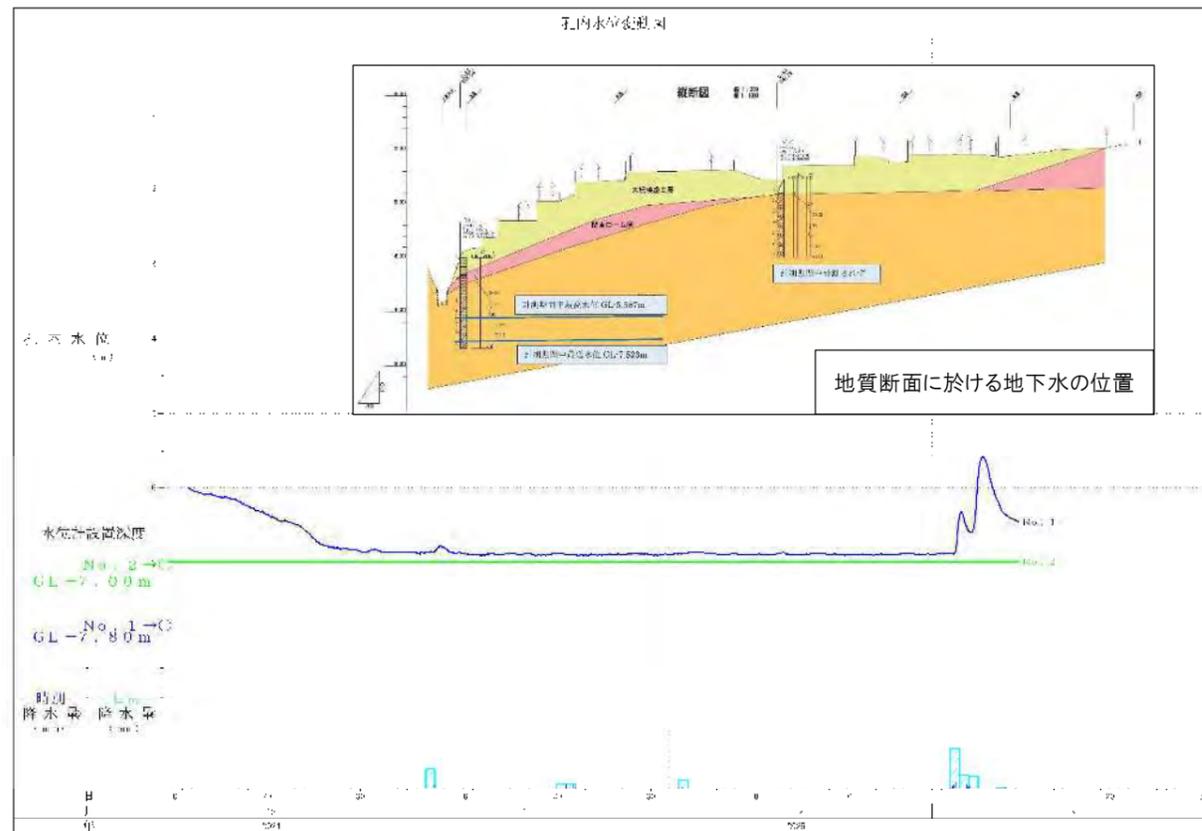


図 6.3 孔内水位変動図

7. 変状定期観察

変状定期観察は、観察位置を学識経験者との協議にて図 7.1 に示す位置とした。

選定は、大規模盛土範囲の外延部を基本とし、盛土と地山の境界の挙動変化を基本とするが、盛土中央部についても観察することとした。選択した位置は、境界部で変状が認められる 2 箇所と盛土中央部で道路と宅地擁壁基礎部に変状が認められた 3 か所とした。観察は 12 月中旬から 2 週間ごとに 5 回とした。



図 7.1 定点観測選定位置



観察期間では特に変動は認められなかった。但し付近住民の情報として、定点観測①近傍の盛土法肩(河川斜面)に過去に変状が発生し、一回だけ修復したとの情報を得た。

【左図説明】

変状はゆっくりと進行し、川側へせり出し一部は下方へ落下した、と聞いている。

現在はモルタルにより応急補修状態であるが、モルタル補修後にクラック等の変状に優位な現象は認められなかった。

定点観測結果

	2024/12/12	2024/12/20	2025/01/05	2025/02/04	2025/03/04	2025/03/10
定点①						
定点②						
定点③						

8.総合解析とりまとめ

【二次スクリーニングの安定検討について】

本業務の位置付けは、業務目的に示したように「宅地造成及び特定盛土等規制法では、大地震時に災害の発生のおそれ大きい大規模盛土造成地について、造成宅地防災区域の指定又は宅地造成工事規制区域内における災害防止のために必要な措置の実施の勧告を行うこと」とされているように、深谷市が実施した「深谷市大規模盛土造成地変動予測調査業務委託(以下「令和3年度業務という。）」で作成した。第二次スクリーニング計画に基づき、1箇所の大規模盛土造成地について地盤調査及び安定計算を実施し、当該造成地の安全性を確認することである。

今回は国土交通省策定のガイドラインに沿って、地震時の盛土に於ける安定解析を、調査で知り得た各地盤特性を用いて実施するものである。

深谷市の盛土は一次スクリーニングの結果、ガイドラインに示される「谷埋め盛土」に相当するものである。

深谷市の大規模盛土造成は盛土厚さが2~3mと薄く(調査地点No. 2では1.40m)、かつ島状に盛土地点が点在している。但し点在する盛土範囲間に於いても、差分では検出できない盛土の分布の可能性はある。このため、差分図では点在する盛土ではあるが、大規模造成盛土としてはこれらを含む範囲としている。

薄い盛土構造の安定解析に於ける注意点としては、ガイドラインの全体的なすべり(図 8.1)ではなく、法尻部と緩斜面部(図 8.2)に分けて考える必要がある。

【解析断面の適切性】

盛土末端の水路より約130m付近に地形変化点が認められ、地震時のすべり破壊についても異なる可能性がある。このような場合は「ガイドラインⅠ変動予測調査編 参考6.1 大規模盛土造成地の区分(5)大規模盛土地形変化点を有している場合」に示された地形(傾斜)ごとに盛土を区分することが適切と考える(図参6.1-⑥)。

ガイドラインに準拠した深谷大規模盛土造成地の区分を図 8.2 に示す。今回の地形区分では大規模盛土法面部が判然としないことから、2つ目と3つ目の2地形に区分した。

図 8.2 深谷大規模盛土地形区分図

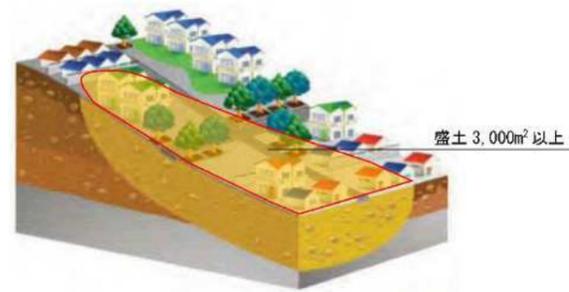
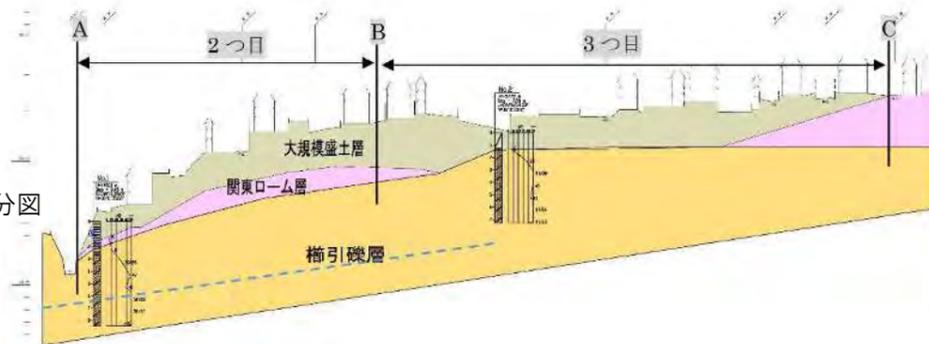


図 8.1 谷埋め型大規模盛土造成地のイメージ

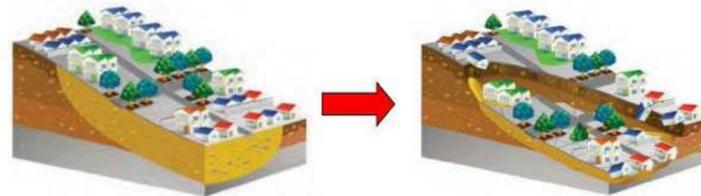
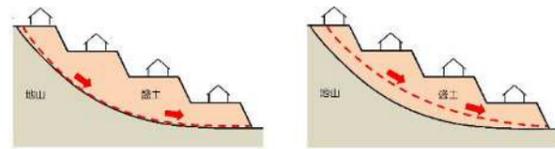


図 8.1 ガイドラインに示された谷埋め盛土の崩壊イメージ



図 8.3 地形区分平面図

このような地形変換点を有する地形の場合の安定解析断面は2つ目と3つ目の2断面に分けて安定解析することが適切である。

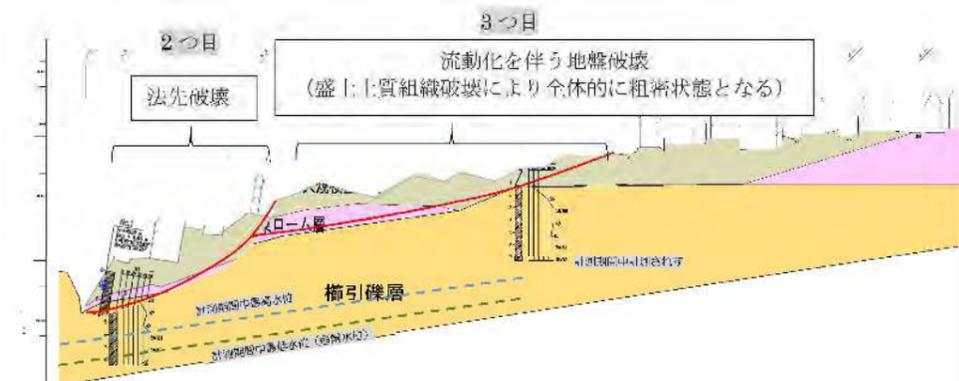


図 8.4 地震動による崩壊イメージ

自然スケールでの地形区分ごとの解析断面図を、図 8.6、図 8.7 に示す。

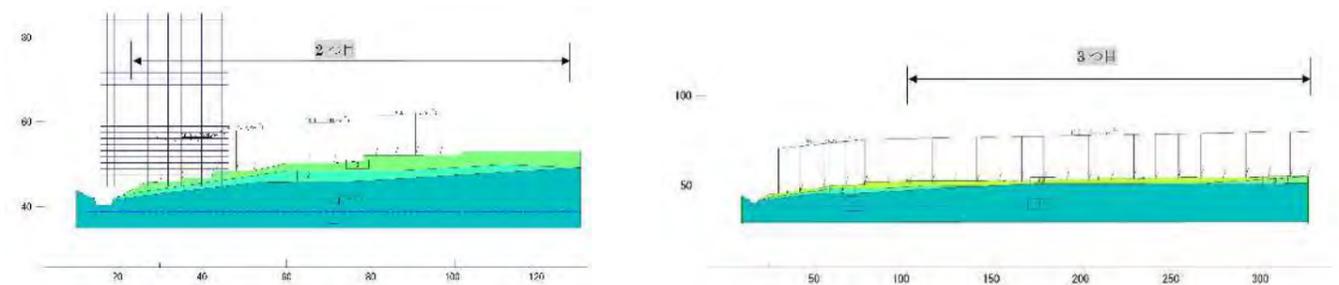


図 8.5 2つ目・3つ目地形区分の台地末端部付近の深谷大規模盛土解析断面図

盛土末端部を除き自然スケールでは全体的に非常に緩い緩傾斜となっている。このため地震時の安定を考える場合、全体としてのすべり面の発生はないと判断され、解析断面としては法尻部(2つ目)と緩斜面部(3つ目)を別々に解析し、安全率評価としてはそれぞれの断面にて行うことが適切であると考察される。

【地盤定数の設定】

各地層の地盤定数は、盛土とローム層が乱れの少ない試料による三軸圧縮試験結果(表 8.1)を、礫引礫層は N 値を参考に「道路土工 盛土工指針p101:設計時に用いる地盤定数の仮定値」(表 8.2)を参考とする。

(1)盛土

段丘末端部付近の盛土の地盤の工学的性質は、ボーリング No.1 の T1-1 に代表される。三軸圧縮試験より求められたせん断強度は、 $c=53.9(kN/m^2)$ 、 $\phi=11.6$ と更新統粘性土並みに高い強度を示している。これは礫混じりローム主体の土質であるが、含水比が非常に低く、鋭敏比が $St=2.1$ と小さいことから、高いシキソロピーを有する土質であると言え、その意味では土質 試験値を地盤定数とすることで特に問題とはならないと考察される。

一方盛土中央部の値はボーリング No.2 の T2-1 で代表される。三軸圧縮強度は段丘末端部の値と近似しているが、鋭敏比が $St=5.3$ と大きい。すなわち地震動によって地層が乱された場合は極端に強度が低下し脆弱化する特徴を示している。このようなことから地震時に於いては鋭敏比を考慮した地盤定数を用いることが良いと考察される。

湿潤密度は台地末端部が $\rho t=18.0(kN/m^3)$ 、台地内部が $\rho t=17.5(kN/m^3)$ とする。

(2)ローム層

ローム層の三軸圧縮強度は 一般的な関東ローム層のせん断強度に比して高い値を示しているが、含水比特性が一般値に比して非常に低い値であることから、ロームの土粒子構造が一般的な蜂の巣構造であるのに対し一般粘性土の粒子の粗密により強度発現している土質であると言える。よって盛土のせん断強度は高いせん断力を示すのが特徴と考えられ、地盤定数は T1-2 の $c=89.5(kN/m^2)$ 、 $\phi=19^\circ$ とする。

湿潤密度は $\rho t=19.7(kN/m^3)$ とする。

(3)礫引礫層

本層は N 値のみ実施したもので、N 値からの相対密度を参考として、表 8.2 より地盤定数を推定する。N 値は若干ばらつき特徴があるため、代表 N 値としては礫障害を除いた $N=49$ を参考とする。土質型は砂礫であるがことから、密な礫混じり砂の値を参考とする。表 8.2 では粘着力が $c=0$ となっているが、武蔵野礫層相当層であり段丘崖が急崖を呈していることから経験的に $c=50(kN/m^2)$ 程度は保有していると考察される。よって $c=50(kN/m^2)$ 、 $\phi=40^\circ$ とする。

表 8.3 に解析用地盤定数をまとめる。

表 8.1 室内土質試験結果(力学試験結果)

	T1-1	T1-2	T2-1	備考
qu	140.1	267.9	94.7	一軸圧縮強度
	169.3	219.6	120.0	
quave	154.7	243.8	107.4	平均一軸圧縮強度
qur	73.4	83.5	20.1	練り返し強度
鋭敏比 St	2.1	2.9	5.3	quave/qur
qu耐震せん断	36.7	41.8	10.1	攪乱後のせん断強度 ($\phi=0$)
三軸c	53.9	89.5	53.5	三軸圧縮試験によるせん断強度
三軸 ϕ	11.6	19.0	12.6	
三軸qu	132.2	250.9	133.6	$qu=2c \tan(45+\phi/2)$ より求めた
鋭敏比考慮qu	62.7	86.0	25.0	三軸u/鋭敏比
三軸耐震設計c	31.4	43.0	12.5	$qu=2c \tan(45+\phi/2)$ ($\phi=0$) より求めた
三軸耐震設 ϕ	0.0	0.0	0.0	地震時の飽和状態を考慮

単位 c(kN/m²) ϕ (°)

表 8.2 設計時に用いる地盤定数の仮定値

種類	状態	単位体積重量 (kN/m ³)	せん断抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	
盛土	礫および礫混じり砂	締め固めたもの	20	40	0
	砂	締め固めたもの	20	35	0
		粒径幅の広いもの 分級されたもの	19	30	0
	砂質土	締め固めたもの	19	25	30以下
粘り土	締め固めたもの	18	15	50以下	
	関東ローム	締め固めたもの	14	20	10以下
自然地盤	礫	密実なもの	20	40	0
		密実でないもの	18	35	0
	礫混じり砂	密実なもの	21	40	0
		密実でないもの	19	35	0
	砂	密実なもの	20	35	0
		密実でないもの	18	30	0
	砂質土	密実なもの	19	30	30以下
		密実でないもの	17	25	0
	粘り土	固いもの(指で強く押して多少へこむ)	18	25	50以下
			17	20	30以下
16			15	15以下	
やや軟らかいもの(指が用意に貫入)		17	20	50以下	
		16	15	30以下	
軟らかいもの(指が用意に貫入)	14	10	15以下		
	関東ローム	14	5(ϕ_u)	30以下	

道路土工 盛土工指針 pp101

表 8.3 安定改易用地盤定数

地層記号	代表N値	解析用地盤定数				備考
		ρt (kN/m ³)	c (kN/m ²)	ϕ (°)	c耐震	
Bs1	5	17.5	53.9	11.6		2つ目
Bs2		17.5	53.5	12.6	10.1	3つ目
Lm	11	19.7	89.5	19		全般
Kg	49	21	50	40		

【解析条件】

(1)すべり計算方法
報告書本文参照。

(2)地下水位

地下水位は恒常水位とする。水圧は考慮せず地下水位以下の土の重量に対し浮力が作用する修正フェリニウス法とする。

(3)設計水平震度

水平設計震度はガイドラインに準拠し $kh=0.25z$ とする(z :建築基準法施行令第八十八条第一項に規定する)。

z は地域係数であるが $z=1$ の地域である事、活断層に近接していることから $z=1$ とする。

また学識経験者の意見として、深谷市大規模盛土は、末端部に深谷セグメントの活断層の分布が推定されていることから、ガイドラインとは別に参考として市街地で活断層による震災を被った阪神淡路大震災の兵庫県南部地震の地震波形の最大加速度を参考とした斜面(2つ目)の安定解析を加えておく。

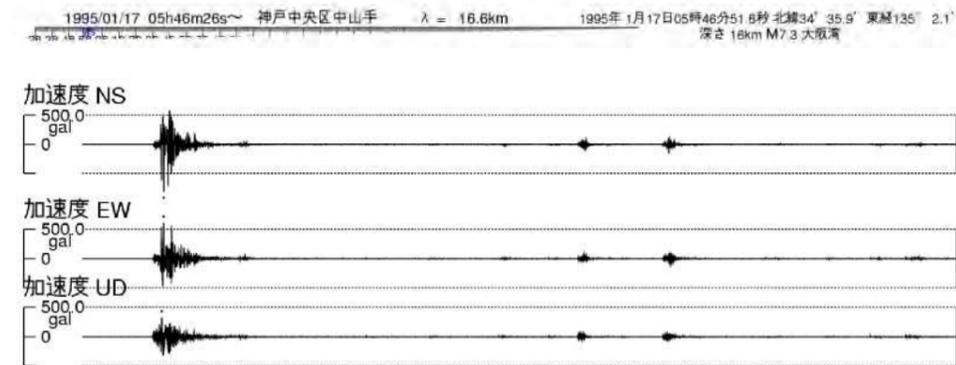


図 8.6 兵庫県南部地震の地表加速度

(4)すべり面不通過設定

解析上のすべり面は原宅地境界の小規模擁壁部を不通過とする。

(5)建物荷重量

地盤表面に作用する過載荷重量は、建物荷重量は $10(kN/m^2)$ {建築基準法の $1800(N/m^2)$ に対して安全側に設定した)、道路交通荷重量は $10(kN/m^2)$ (盛土工指針)を考慮して全体的に $q=10(kN/m^2)$ を作用させた。

(6)安全率

安全率は「宅地防災マニュアル盛土の安全」に準拠し、最小安全率にて評価する。

盛土のり面の安定に必要な最小安全率()は、盛土施工直後において、 $F_s \geq 1.5$ であることを標準とする。また、地震時の安定性を検討する場合の安全率は、大地震時に $F_s \geq 1.0$ とすることを標準とする。

【安定解析】

安定解析は2つ目地区については、常時、地震時、参考として兵庫県南部地震時について安定検討を行い、3つ目地区については、2つ目地区の地震時の安全率が $F_s > 1$ となった場合は2つ目が滑らないことから、連動したすべりは発生しせず常時に於いて $F_s > 1.5$ が想定されることから、地震時の揺れによるローム質盛土の脆弱化を考慮したせん断強度を用いた地震時の安定計算を行う。

(1)2つ目地区の安全率

2つ目地区の法尻付近に於ける常時の安全率は $F_s = 5.856 > 1.50$ 、で地震時の安全率は $F_s = 3.186 > 1.0$ あり、十分安全であると判定される。

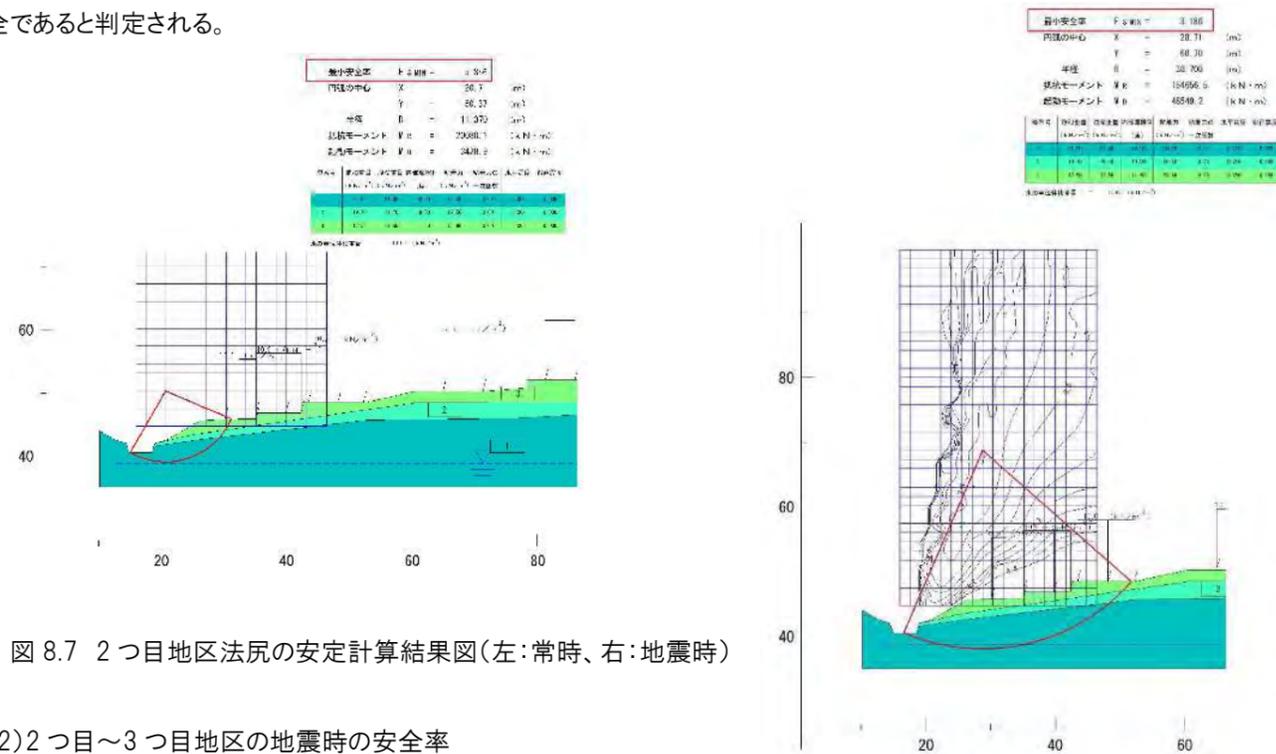


図 8.7 2つ目地区法尻の安定計算結果図(左:常時、右:地震時)

(2)2つ目~3つ目地区の地震時の安全率

2つ目~3つ目地区の脆弱化を伴う地震時の安全率は最小安全率だけでなく、 $F_s < 1$ を示す全ての円弧を示すことにより、3つ目地区全体の安全率を評価しようとするものである。最小安全率は $F_s = 0.853 < 1.0$ で $F_s < 1.0$ の範囲を図 8.8 に示す。

この範囲の意味するところは、円弧すべり面の範囲が連続して $F_s < 1$ となることを示しており法尻の安全率が高いことから、2つ目緩傾斜の範囲で地盤の脆弱化が発生する可能性を示している。その底面は赤線で示した連続面になると推定される。図 8.10 に連続すべり面の拡大図を示す。すべり面は盛土基底面に沿って分布している。

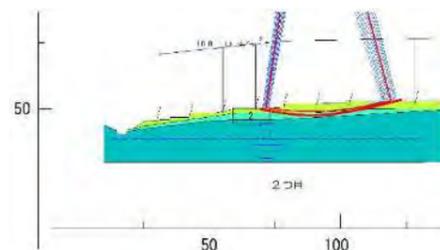


図 8.10 2つ目緩斜面上に発生する $F_s < 1$ の連続すべり面

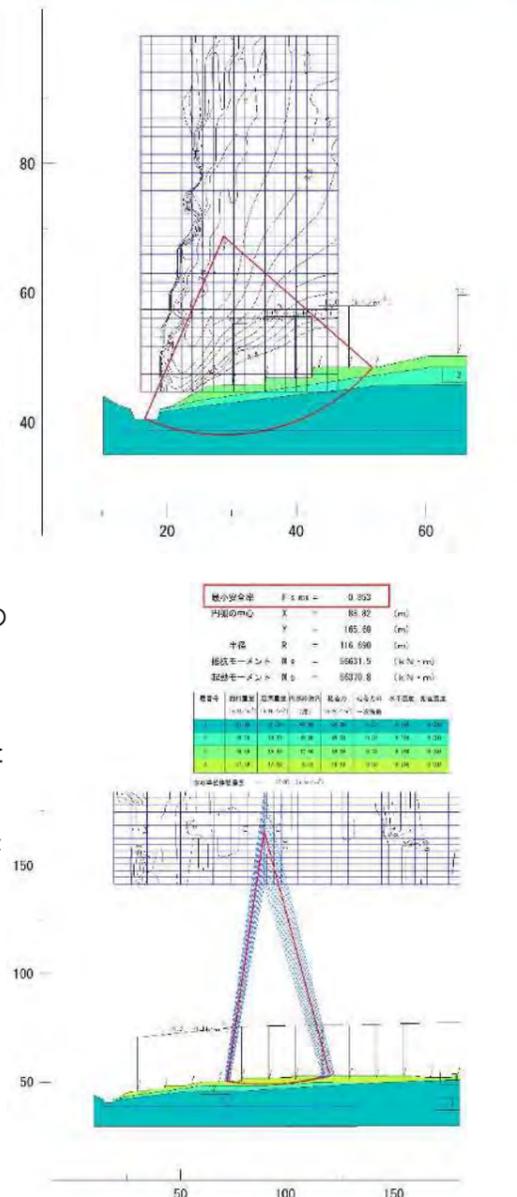


図 8.8 2つ目~3つ目地区の地震時安定計算結果図

尚3つ目地区については $F_s > 1$ となり地震時の影響は少ないと判断される。

(3)参考

兵庫県南部地震に匹敵する地震加速度が、深谷セグメントで発生した場合の2つ目地区法尻の安定検証をしておくことが望ましい。

安定計算結果を図 5.5.5 に示す。

計算の結果、 $kh=0.51$ 、 $kv=0.51$ の設計震度を与えても安全率は $F_s = 2.321 > 1.5$ を示し、2つ目の法尻部は容易に大崩壊を起こす可能性は低いと言える。

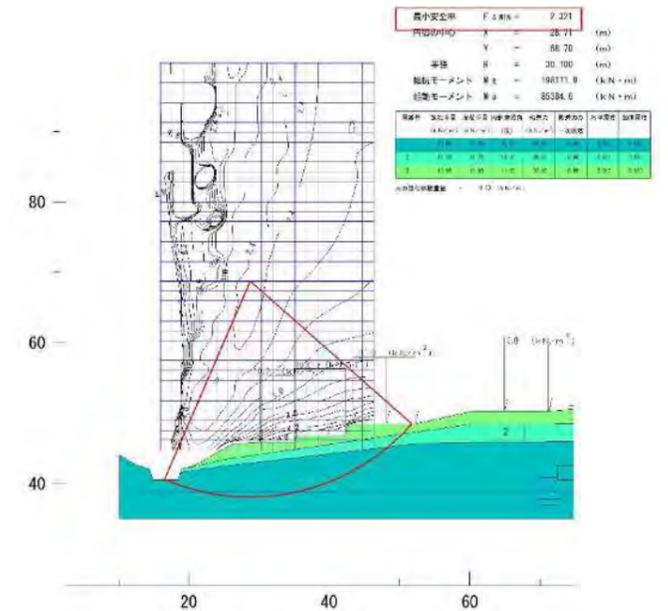


図 8.11 兵庫県南部地震相当の地震動による安全率

【大規模盛土耐震評価】

深谷市大規模盛土の二次スクリーニングで明らかになった安定検討の結果を表 8.4 にまとめる。

表 8.4 深谷市大規模盛土安定検討結果

地域	常時		地震時		地震時脆弱化		活断層活動考慮		評価
	安全率	評価	安全率	評価	安全率	評価	安全率	評価	
2つ目法尻	5.856	OK	3.186	OK			2.321	OK	問題無し
2つ目	$F_s > 1.5$	OK	$F_s > 1.0$	OK	0.853~1.0	OUT	$F_s < 1$	OUT	脆弱化の懸念あり
3つ目	$F_s > 1.5$	OK	$F_s > 1.0$	OK	$F_s > 1.0$	OK	他の地形より緩い傾斜のため問題無し		

耐震検討の結果深谷大規模盛土の耐震評価は、2つ目法尻部、2つ目及び3つ目地区では特に問題ないと評価できる。また学識経験者意見の兵庫県南部地震(活断層)を参考とした地震加速度にて安定検討した結果についても問題ないと評価できる。

但し2つ目地区では仮に地震時に盛土が脆弱化した場合は、 $F_s < 1$ となる範囲が出現することになるため、防災減災の観点から、消防、救急などの緊急時活動の確保及びガス・水道保全が必要であり、2つ目地区の主要道路について道路改良を行っておくとともに、ガス・水道間については脆弱範囲の境界付近はエキスパンションジョイントなどに変えておくことが望ましいと考察される。

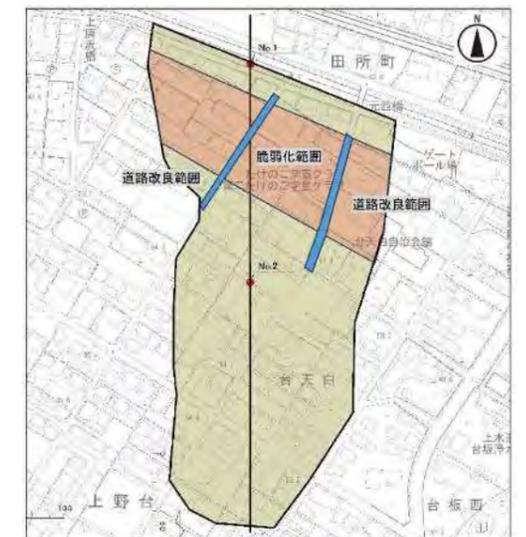


図 8.12 深谷市大規模盛土脆弱化範囲と道路改良範囲

9.まとめ

二つ目地区の地盤の脆弱化に伴う耐震性能が低い結果となったが、法尻部(二つ目地区末端部)の耐震性能が非常に高いと評価できることから、盛土全体としての耐震性は高いと評価される。

尚二つ目地区の脆弱化については、図 8.12 深谷市大規模盛土脆弱化範囲と道路改良範囲に示したが、必ずしも対策を行うという意味ではなく、参考として頂き、今後仮に道路補修事業などがあれば、その際に改良しておく程度と理解していただきたい。

以上