

平成 24 年度 技術士第二次試験 復元論文

氏名		建設専門
問題番号	1-3	選択科目 土質及び基礎
答案使用枚数	1 枚目 3 枚中	専門とする事項 土留め工および抗土圧構造物

1	.	土留め工の設計における掘削底面の安定性の検討
項目	(2つ)	の概要と留意点
(1)		ヒービング
		掘削底面は、 N 値 = 1 程度の軟弱な粘性土である。
		掘削により、背面側の土砂重量により掘削底面下に土砂がすべり、底面の崩壊を引き起こすヒービング現象が懸念される。
		判定は、ペックの式で行われ、 $\gamma H / C > 3.14$ であれば、ヒービングの発生が予想され、さらに詳細に検討が必要となる。
		模式図では、第 1 砂質土層の単位体積重量 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ 、第 1 粘性土層の単位体積重量 $\gamma = 14 \text{ kN/m}^3$ 、粘着力 $C = 6.25 \text{ N} \div 6 \text{ kN/m}^2$ とすると、
		$\gamma H / C = (14 \times 8 \text{ m} + 18 \times 7) / 6 = 39 > 3.14$ となるため、ヒービングに対する対策が必要となる。
(2)		盤ぶくれ
		掘削により、地下水位の水位差が生じ、掘削底面下面に透水層である第 2 砂質土層からの揚圧力 U が作用し、これが遮水層である第 1 粘性土層の土塊重量 W を上回ると掘削底面がふくれ上がる盤ぶくれ発生する。
		判定式は、 $W / U > 1.1$ 以上となると盤ぶくれ現象が懸念される。
		模式図では、第 1 粘性土までの水位差 = 24 m、掘削面から第 1 粘性土下端までの深さ = 10 m であるので、
		$W / U = 14 \text{ kN/m}^3 \times 10 \text{ m} / 10 \text{ kN/m}^3 \times 24 \text{ m} \div 0.5 < 1.1$

平成24年度 技術士第二次試験 復元論文

氏名		建設専門
問題番号	1-3	選択科目 土質及び基礎
答案使用枚数	2 枚目 3 枚中	専門とする事項 土留め工および抗土圧構造物

であるので	盤ぶくれ	対策が	必要である。																			
2 . 土留め工	を行	うた	めに	必要	となる	検	討	項	目	と	現	在										
不足している	地盤	調査	項目	お	よ	び	留	意	点													
(1)	検	討	項	目																		
模	式	図	は、	掘	削	深	15 m	で	ある	た	め	理	論	土	圧	を	用	い	た			
弾	塑	性	法	で	検	討	す	る	必	要	が	あ	る	。	土	留	め	壁	を	有	限	長
弾	性	ば	り、	地	盤	を	弾	塑	性	床、	支	保	工	を	弾	性	支	承	と	し	て	
掘	削	の	各	段	階	を	逐	次	解	析	し	断	面	力	と	変	位	を	求	め	る	。
土	留	め	工	の	設	計	を	行	う	た	め	に	必	要	と	な	る	検	討	項	目	と
して	は、	①	土	留	め	壁	の	断	面	検	討、	②	土	留	め	壁	の	根	入	れ		
の	検	討、	③	支	保	工	の	設	置	段	数	の	検	討、	④	腹	起	こ	し	の	断	
面	検	討、	④	切	梁	の	配	置	お	よ	び	断	面	検	討	で	あ	る	。			
(2)	不	足	し	て	い	る	地	盤	調	査	項	目	と	留	意	点						
不	足	し	て	い	る	地	盤	調	査	項	目	は、	第	1	砂	質	土	の	湿	潤	密	
度	試	験、	第	1	粘	性	土	の	湿	潤	密	度	試	験・	一	軸	圧	縮	試	験・		
孔	内	水	平	載	荷	試	験	(	L	L	T)	・	圧	密	試	験						
調	査	計	画	上	の	留	意	点	は、	第	1	砂	質	土	お	よ	び	第	1	粘	性	
土	の	湿	潤	密	度	試	験	は、	盤	ぶ	く	れ	の	検	討	に	用	い	る	。		
第	1	粘	性	土	の	一	軸	圧	縮	試	験	は	粘	着	力	を	求	め、	ヒ	ー	ビ	
ン	グ	の	検	討	に	用	い	る	。													
L	L	T	試	験	は、	地	盤	の	水	平	方	向	地	盤	反	力	係	数	を	求	め、	
土	留	め	壁	の	断	面	力	の	検	討	に	使	用	す	る	。	圧	密	試	験	は、	掘
削	に	よ	る	地	下	水	位	低	下	に	伴	う	掘	削	背	面	側	の	圧	密	沈	下
検	討	に	使	用	す	る	。															
3 . 民	家	の	沈	下	原	因	と	し	て	考	え	ら	れ	る	現	象	(	2	つ	)	と	

平成24年度 技術士第二次試験 復元論文

氏名			建設専門											
問題番号		1-3				選択科目			土質及び基礎					
答案使用枚数		3 枚目		3 枚中		専門とする事項			土留め工および抗土圧構造物					

対 策 工 の 概 要 と 留 意 点														
(1) 沈 下 原 因														
①	土留め壁の變形による背面地盤の移動													
	掘削に伴い、土留め壁が變形して背面地盤が水平移動し、その後民家の沈下を引き起こしたことが考えられる。													
②	掘削に伴う水位低下による圧密沈下													
	ソイルセメント壁の出来形不足等により地下水および土砂が流出し、背面側の水位が低下したことで砂質土の重量が有効応力から全応力となり第1粘性土が圧密沈下を引き起し民家が沈下したことが考えられる。													
(2) 対 策 工 の 概 要 と 留 意 点														
	①に對する対策として、掘削余堀りの抑制が挙げられる。切梁プレロード工法を採用しているが、切梁設置前段階の土留め壁の変位を抑制するため、余堀りを50cm程度まで抑制する。留意点としては、腹起こしを設置する際は、つぼ堀りを行ってブラケットを取り付けることである。													
	②に對する対策として、止水のための地盤改良が挙げられる。背面土砂が流出している場合は更なる沈下が予想される。留意点としては、確実な止水を行うため、高圧噴射工法の採用により空隙を充填することが望ましい。													
	以上													

平成24年度 技術士第二次試験 復元論文

氏名													
問題番号	I-11				選択科目	建設専門 土質及び基礎							
答案使用枚数	1 枚目		3 枚中		専門とする事項	土留め工および抗土圧構造物							

1	.	開	削	工	事	に	よ	り	既	設	ト	ン	ネ	ル	に	影	響	を	与	え	る	挙	動	
(2	つ)	と	影	響	検	討	の	た	め	の	地	盤	調	査								
(1)	影	響	を	与	え	る	挙	動														
①	掘	削	に	伴	う	上	載	荷	重	の	減	少	に	よ	る	浮	き	上	が	り				
	土	留	め	工	の	掘	削	に	伴	い	、	既	設	ト	ン	ネ	ル	上	部	の	土	砂	に	
よ	る	土	被	り	重	量	が	減	少	し	、	地	下	水	に	よ	る	揚	圧	力	と	相	ま	
っ	て	既	設	ト	ン	ネ	ル	が	浮	き	上	が	る	こ	と	が	懸	念	さ	れ	る	。		
②	土	留	め	壁	の	変	形	に	よ	る	水	平	移	動										
	土	留	め	工	の	掘	削	に	伴	い	、	土	留	め	壁	が	掘	削	側	方	向	に	変	
形	し	、	既	設	ト	ン	ネ	ル	側	部	に	影	響	し	て	水	平	移	動	す	る	こ	と	
が	懸	念	さ	れ	る	。																		
(2)	設	計	段	階	の	影	響	検	討	の	た	め	の	地	盤	調	査					
	設	計	段	階	に	お	い	て	、	既	設	ト	ン	ネ	ル	の	影	響	検	討	を	行	う	
た	め	に	は	、	土	留	め	工	の	設	計	計	算	に	よ	り	土	留	め	壁	の	変	位	
等	の	挙	動	を	求	め	る	必	要	が	あ	る	。											
っ	ま	り	土	留	め	工	を	設	計	す	る	た	め	の	以	下	の	地	盤	調	査	を	行	
う	必	要	が	あ	る	。																		
・	上	部	粘	性	土	の	湿	潤	密	度	試	験	、	一	軸	圧	縮	試	験					
・	砂	質	土	の	湿	潤	密	度	試	験	、	三	軸	圧	縮	試	験	、	孔	内	水	平	載	
荷	試	験	(	L	L	T)																	
・	下	部	粘	性	土	の	一	軸	圧	縮	試	験												
・	砂	礫	層	の	礫	径	の	把	握	で	あ	る	。											
	こ	れ	ら	の	調	査	に	よ	り	土	被	り	重	量	や	土	留	め	壁	の	設	計	に	
よ	る	変	形	を	影	響	検	討	に	利	用	す	る	。										
2	.	既	設	ト	ン	ネ	ル	の	影	響	の	予	測	手	法	お	よ	び	留	意	点			

平成 24 年度 技術士第二次試験 復元論文

氏名		建設専門
問題番号	1-11	選択科目 土質及び基礎
答案使用枚数	2 枚目 3 枚中	専門とする事項 土留め工および抗土圧構造物

	前	項	の	挙	動	の	う	ち	影	響	の	大	き	い	と	考	え	ら	れ	る	の	は	、	
②	「	土	留	め	壁	の	変	形	に	よ	る	水	平	移	動	」	で	あ	る	。	①	「	掘	
削	に	伴	う	上	載	荷	重	の	減	少	に	よ	る	浮	き	上	が	り	」	は	既	設	ト	
ン	ネ	ル	の	自	重	に	よ	り	、	あ	る	程	度	安	定	す	る	と	考	え	た	。		
(	1	)	予	測	手	法																	
	既	設	ト	ン	ネ	ル	へ	の	影	響	を	予	測	す	る	方	法	と	し	て	は	、	有	
限	要	素	法	に	よ	る	F	E	M	解	析	が	挙	げ	ら	れ	る	。						
	F	E	M	解	析	に	は	、	土	留	め	壁	、	地	盤	、	既	設	ト	ン	ネ	ル	を	
一	体	と	し	た	モ	デ	ル	と	し	、	掘	削	段	階	を	逐	次	解	析	で	き	る	逐	
次	解	析	F	E	M	と	、	地	盤	と	既	設	ト	ン	ネ	ル	を	一	体	と	し	た	モ	
デ	ル	に	土	留	め	壁	の	掘	削	に	よ	る	変	位	を	強	制	変	位	と	し	て	与	
え	る	強	制	変	位	F	E	M	が	あ	る	。												
(	2	)	留	意	点																		
	留	意	点	と	し	て	は	、	鉄	道	で	は	許	容	変	位	量	は	5	mm	程	度		
で	あ	る	た	め	、	解	析	モ	デ	ル	に	つ	い	て	、	変	位	が	大	き	く	で	る	
線	形	弾	性	モ	デ	ル	に	て	解	析	す	る	こ	と	が	安	全	側	に	配	慮	で	き	
る	と	考	え	る	。																			
	こ	の	た	め	、	土	留	め	工	の	設	計	は	、	土	留	め	壁	の	各	掘	削	段	
階	の	変	位	を	求	め	る	た	め	に	、	慣	用	法	で	は	な	く	弾	塑	性	法	に	
よ	り	求	め	る	必	要	が	あ	る	。														
	ま	た	、	解	析	に	必	要	な	ポ	ア	ソ	ン	比	は	、	ポ	ー	リ	ン	グ	調	査	
に	お	け	る	N	値	か	ら	推	定	し	て	使	用	す	る	。								
3	・	既	設	ト	ン	ネ	ル	の	影	響	を	抑	止	す	る	た	め	の	対	策				
既	設	ト	ン	ネ	ル	の	変	位	が	許	容	値	を	超	え	る	場	合	は	、	F	E	M	
析	に	お	け	る	よ	り	精	度	の	高	い	解	析	モ	デ	ル	で	あ	る	完	全	弾	塑	

平成24年度 技術士第二次試験 復元論文

氏名	建設専門										
問題番号	I-11				選択科目	土質及び基礎					
答案使用枚数	3 枚目		3 枚中		専門とする事項	土留め工および抗土圧構造物					

性	モ	デ	ル	に	て	解	析	を	行	う	こ	と	が	考	え	ら	れ	る	。	こ	れ	で	も
変	位	が	許	容	値	を	超	え	る	場	合	に	は	,	抑	止	す	る	た	め	の	対	策
と	し	て	以	下	が	挙	げ	ら	れ	る	。												
①	土	留	め	壁	の	剛	性	向	上														
	掘	削	深	が	7	m	程	度	で	あ	る	た	め	,	土	留	め	壁	と	し	て	は	,
鋼	矢	板	の	Ⅲ	型	程	度	が	予	想	さ	れ	る	。	こ	れ	に	対	し	,	土	留	め
壁	の	変	位	を	抑	制	す	る	た	め	,	土	留	め	壁	を	鋼	矢	板	V	型	等	に
ラ	ン	ク	ア	ッ	プ	し	変	位	を	抑	制	す	る	こ	と	が	考	え	ら	れ	る	。	
②	地	盤	改	良																			
	土	留	め	壁	の	掘	削	に	よ	る	変	位	を	抑	制	す	る	た	め	,	掘	削	底
面	を	地	盤	改	良	す	る	こ	と	が	考	え	ら	れ	る	。	掘	削	底	面	に	高	圧
噴	射	工	法	で	地	中	梁	と	し	て	強	化	す	る	こ	と	で	,	土	留	め	壁	の
変	位	を	抑	制	す	る	。																
③	先	行	地	中	梁																		
	掘	削	地	盤	を	高	圧	噴	射	工	法	等	に	よ	り	地	盤	改	良	し	先	行	地
中	梁	と	し	て	掘	削	段	階	の	土	留	め	壁	の	変	位	を	抑	制	す	る	。	
④	支	保	工	の	剛	性	向	上	と	余	掘	り	の	抑	制								
	切	梁	支	保	工	の	剛	性	の	向	上	や	支	保	工	段	数	の	追	加	,	切	梁
に	支	保	工	反	力	の	50%	以	上	の	プ	レ	ロ	ード	の	導	入	,	掘	削	余		
掘	り	の	抑	制	等	に	よ	り	土	留	め	壁	の	変	位	を	抑	制	す	る	。		
																							以
																							上