

## 区域設定に用いる土質定数について

本資料は平成15年度土砂災害警戒区域等基礎調査委託(千葉県土砂災害防止対策検討委員会)(平成17年1月)にて検討した資料に加筆等したものである。土質定数は経年により大きく変化することはないと考えられることから、本資料を標準とする。

### 1. 急傾斜地崩壊対策事業で用いられた土質定数

区域設定に用いる土質定数の検討のために、全県の地域整備センター(整備事務所)に依頼して、平成13年、14年の急傾斜地崩壊対策事業で用いられた土質定数の調査を行っている。

#### (1) 調査対象

調査対象は、平成13年、14年における急傾斜地崩壊対策事業の斜面安定解析に用いられた土質定数(土の単位体積重量、粘着力、内部摩擦角)と、そのときの安全率とし、調査票は表1の様式とした。

表 1 土質定数の調査票

地域整備センター 整備事務所							
	地区名	主要土質	安全率 (F)	主要土質の単位 体積重量 ( $\gamma$ )	内部摩擦角 ( $\phi$ )	粘着力 (c)	備 考
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
例 1	〇〇地区A工区	砂質土(成田層)	0.95	17kN/m <sup>3</sup>	25°	8.5kN/m <sup>2</sup>	
例 2	△△地区III工区	泥岩(三紀層)	1.00	19kN/m <sup>3</sup>	35°	10.2kN/m <sup>2</sup>	擁壁工(H=5.0m)

**記載要領**

- 設計の報告書のなかで、対象斜面の安定解析で用いられた土質定数及びそのときの安全率の記載をお願いいたします。
- 地区の中で複数の工区に分けて設定している場合は、そのそれぞれについて記入してください。
- 報告書で使われた単位(kN/m<sup>2</sup>など)を記載願います。

(2) 調査結果

全県の地域整備センター（整備事務所）から、表 2 に示すように計 69 の資料が集められた。

表 2 調査データ一覧表

	所属	地区名	主要地質	施工前安全率(F)	主要土質の 単位体積重 量(γ) kN/m <sup>3</sup>	内部摩擦角 (φ)°	粘着力 (c) kN/m <sup>2</sup>
1	市原整備事務所	市原市奥野地区3ブロッ	砂質シルト	0.852	16.00	0.00	6.00
2	市原整備事務所	市原市奥野地区5ブロッ	砂質シルト	0.566	16.00	0.00	
3	葛南地域整備センター	国分の4 A1工区	砂質土(成田層)	1.200	18.00	30.00	0.00
4	葛南地域整備センター	国分の4 A2工区	砂質土(成田層)	1.200	18.00	30.00	0.00
5	葛南地域整備センター	国分の4 B工区	砂質土(成田層)	1.570	18.00	30.00	0.00
6	葛南地域整備センター	国分の4 C工区	砂質土(成田層)	1.300	18.00	30.00	0.00
7	葛南地域整備センター	大野の3地区	砂質土(木下層)	0.990	18.20	32.60	13.90
8	東葛飾地域整備センター	中和倉	細粒分質砂(洪積層)		19.00	30.00	0.00
9	東葛飾地域整備センター-柏整備事務所	手賀地区	洪積第1砂質土層	1.192	16.70	23.00	0.00
10	印旛地域整備センター	高座木	砂質土(成田層)	1.222	19.00	30.00	0.00
11	印旛地域整備センター	株木	砂質土(成田層)	1.200	19.00	30.00	0.00
12	印旛地域整備センター	戸崎	砂質土(成田層)	1.067	18.80	33.00	8.00
13	印旛地域整備センター	鎌木町2	砂質土(成田層)	1.435	17.90	37.00	8.00
14	印旛地域整備センター	寺崎	砂質土(成田層)	1.007	19.00	35.00	10.00
15	印旛地域整備センター	興津	砂質土(成田層)	1.585	18.00	30.00	10.00
16	成田整備事務所	所2地区	砂質土(成田層)	1.000	17.00	30.00	8.70
17	成田整備事務所	新町2地区	砂質土(成田層)	0.990	18.00	30.00	8.20
18	成田整備事務所	新町2地区	粘性土(成田層)	0.990	16.50	5.00	35.00
19	成田整備事務所	新町2地区	砂質土(成田層)	0.990	17.00	25.00	10.00
20	成田整備事務所	新町2地区	表土層(成田層)	0.990	17.00	20.00	2.40
21	成田整備事務所	花崎地区 No.6	砂質土(成田層)	1.210	15.00	0.00	17.00
22	成田整備事務所	宝田2地区	砂質土(成田層)	1.150	19.00	30.00	10.00
23	成田整備事務所	宝田2地区	砂質土(成田層)	1.190	19.00	30.00	10.00
24	成田整備事務所	宝田2地区	砂質土(成田層)	1.150	19.00	30.00	10.00
25	成田整備事務所	新妻地区 1BL-2緩上	砂質土(成田層)	1.060	19.00	25.00	5.00
26	成田整備事務所	新妻地区 1BL-2緩下	砂質土(成田層)	0.930	19.00	25.00	5.00
27	成田整備事務所	新妻地区 1BL-2非緩	砂質土(成田層)	1.250	19.00	37.00	20.00
28	成田整備事務所	新妻地区 1BL-8緩上	砂質土(成田層)	0.790	19.00	25.00	5.00
29	成田整備事務所	新妻地区 1BL-8緩下	崖錘土(成田層)	1.000	15.00	15.00	5.00
30	成田整備事務所	新妻地区 1BL-8非緩	砂質土(成田層)	1.300	19.00	37.00	20.00
31	成田整備事務所	新妻地区 2BL-16	崖錘土(成田層)	1.490	15.00	23.00	10.00
32	成田整備事務所	新妻地区 3BL-23	粘性土(関東ローム)	1.210	17.50	10.00	30.00
33	成田整備事務所	新妻地区 4BL-29緩上	砂質土(成田層)	0.930	19.00	25.00	5.00
34	成田整備事務所	新妻地区 4BL-29緩下	砂質土(成田層)	0.640	19.00	25.00	5.00
35	成田整備事務所	新妻地区 4BL-29非緩	砂質土(成田層)	1.330	19.00	37.00	20.00
36	成田整備事務所	新妻地区 4BL-32緩上	砂質土(成田層)	1.130	19.00	25.00	5.00
37	成田整備事務所	新妻地区 4BL-32緩下	崖錘土(成田層)	1.110	15.00	15.00	5.00
38	成田整備事務所	新妻地区 4BL-32非緩	砂質土(成田層)	1.290	19.00	37.00	20.00
39	成田整備事務所	新妻地区 4BL-38緩上	粘性土(関東ローム)	0.930	17.50	0.00	18.00
40	成田整備事務所	新妻地区 4BL-38緩下	崖錘土(成田層)	0.950	15.00	15.00	5.00
41	成田整備事務所	新妻地区 4BL-38非緩	砂質土(成田層)	1.600	19.00	37.00	20.00
42	成田整備事務所	新妻地区 5BL-41	砂質土(成田層)	1.340	19.00	25.00	5.00
43	成田整備事務所	新妻地区 6BL-46	砂質土(成田層)	2.190	19.00	37.00	20.00
44	成田整備事務所	新妻地区 7BL-50緩	砂質土(成田層)	0.750	19.00	25.00	5.00
45	成田整備事務所	新妻地区 7BL-50非緩	砂質土(成田層)	1.500	19.00	37.00	20.00
46	成田整備事務所	新妻地区 7BL-53緩	砂質土(成田層)	0.810	19.00	25.00	5.00
47	成田整備事務所	新妻地区 7BL-53非緩	砂質土(成田層)	1.230	19.00	25.00	5.00
48	成田整備事務所	新妻地区 7BL-55緩	砂質土(成田層)	1.120	19.00	25.00	5.00
49	成田整備事務所	新妻地区 7BL-55非緩	砂質土(成田層)	1.630	19.00	37.00	20.00
50	香取地域整備センター-小見川出張所	田部玉地区	砂質土(成田層)	1.000	18.00	30.00	0.00
51	香取地域整備センター-小見川出張所	大角地区	砂質土(成田層)	1.000	18.00	29.00	0.00
52	銚子整備事務所	西小川地区	ローム	1.000	27.00	11.00	101.00
53	山武地域整備センター	東金町田間	固結砂質シルト(笠森)	1.012	18.00	0.00	353.00
54	山武地域整備センター	山武町椎崎	砂・泥互層(成田層)		18.00	37.00	5.00
55	山武地域整備センター	成東町新泉	成田砂層	0.980	18.00	35.00	0.00
56	山武地域整備センター	山武町大木	砂質~粘土質細質	1.017	18.00	29.00	15.00
57	山武地域整備センター	松尾町八田	砂~砂質土(成田層)	0.400	18.00	30.00	0.00
58	山武地域整備センター	東金町油井	砂質土(地蔵堂層)	1.108	18.00	23.00	20.00
59	夷隅地域整備センター	大原町三十根	泥岩(浪花層)	1.000	17.00	42.00	119.00
60	夷隅地域整備センター	大原町三十根	粘性土	0.810	16.00	15.00	10.00
61	夷隅地域整備センター	御宿町高山田	粘性土	0.690	16.00	15.00	8.00
62	夷隅地域整備センター	勝浦市川津北	砂岩泥岩互層(勝浦層)	1.000	18.00	25.00	8.00
63	安房地域整備センター	丹生2	シルト系岩	3.370	19.00	20.00	230.00
64	安房地域整備センター	？浦	崩積土(四紀)	0.996-1.35	16.00		66.00
65	安房地域整備センター	？浦	砂岩	1.130	19.50	31.00	
66	安房地域整備センター	釜滝	粘土質シルト	2.38-11.32	16.00		16.00
67	鴨川整備事務所	天津地区	砂質土(裏込土)		19.00	30.00	0.00
68	鴨川整備事務所	清澄地区	泥質砂岩(凝灰質砂岩)		20.00	30.00	50.00
69	鴨川整備事務所	清澄地区	表土土砂		17.00	25.00	0.00

千葉県は、北部の下総台地（成田層などの洪積層の砂質土が主に分布）と南部の房総丘陵（第三紀層が主体）に大別される（図.1 参照）。この下総台地と房総丘陵でのそれぞれの土質の設定値を決めるために、安定解析に用いられている土質定数の分析を行った。

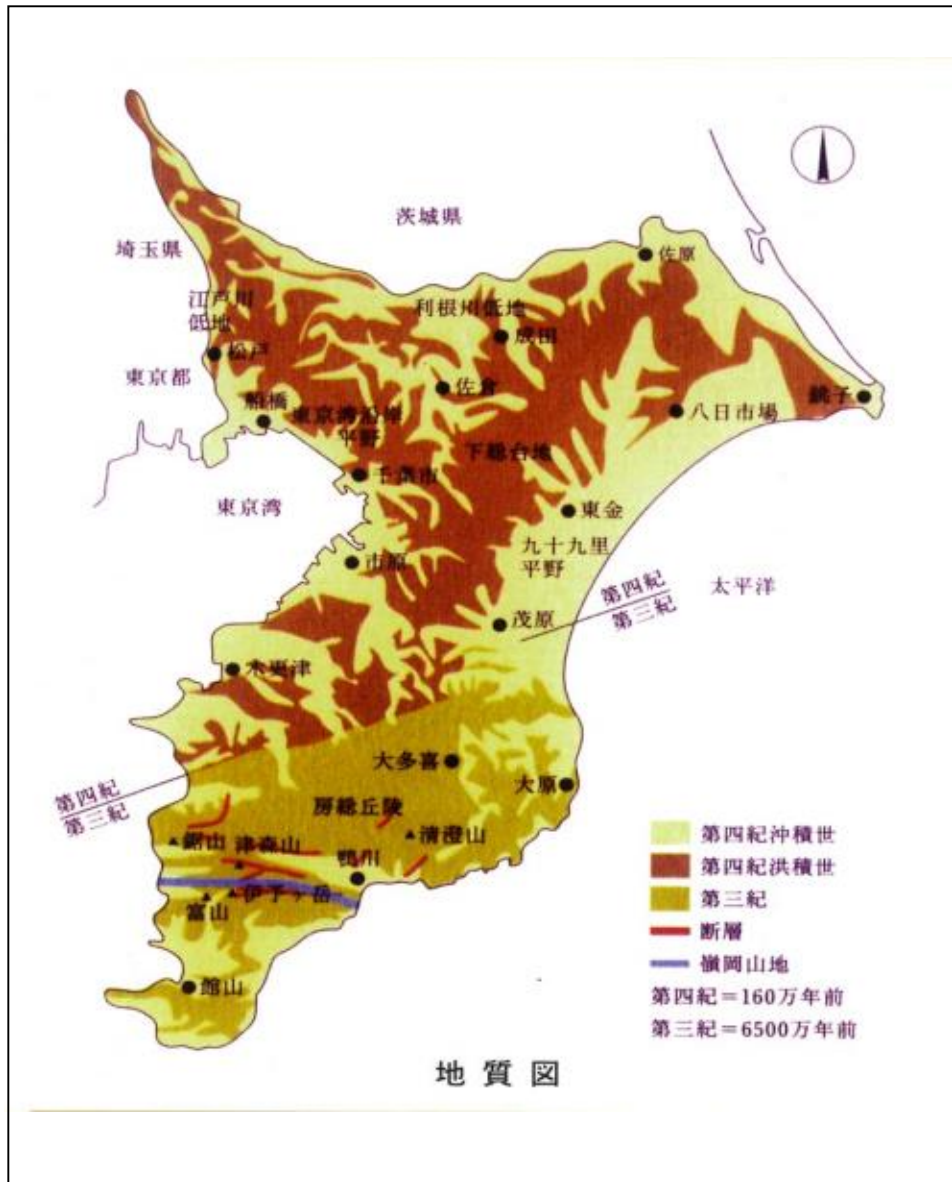


図. 1 千葉県の地質図

## 2. 調査結果の分析

### (1) 洪積層分布域（下総台地）における土質定数の傾向

県北部に広く分布する下総層群（成田層など）は、更新世（洪積）の堆積層であり、主に砂質土から構成される。その上部は関東ローム層によって被覆されていることが多い。集められたデータのうち、洪積層分布域の資料は以下の通りである。

表 3 洪積層分布域における土質定数一覧表

土質	管轄	地区名	主要地質	施工前安全率 (F)	主要土質の単位体積重量 ( $\gamma$ ) kN/m <sup>3</sup>	内部摩擦角 ( $\phi$ )°	粘着力 (c) kN/m <sup>2</sup>
砂質土	葛南地域整備センター	国分の4 A1工区	砂質土(成田層)	1.200	18.0	30	0.0
	葛南地域整備センター	国分の4 A2工区	砂質土(成田層)	1.200			
	葛南地域整備センター	国分の4 B工区	砂質土(成田層)	1.570			
	葛南地域整備センター	国分の4 C工区	砂質土(成田層)	1.300			
	葛南地域整備センター	大野の3地区	砂質土(木下層)	0.990	18.2	33	13.9
	東葛飾地域整備センター	中和倉	細粒分質砂(洪積層)		19.0	30	0.0
	東葛飾地域整備センター柏整備事務所	手賀地区	洪積第1砂質土層	1.192	16.7	23	0.0
	印旛地域整備センター	高座木	砂質土(成田層)	1.222	19.0	30	0.0
	印旛地域整備センター	株木	砂質土(成田層)	1.200	19.0	30	0.0
	印旛地域整備センター	戸崎	砂質土(成田層)	1.067	18.8	33	8.0
	印旛地域整備センター	鎌木町2	砂質土(成田層)	1.435	17.9	37	8.0
	印旛地域整備センター	寺崎	砂質土(成田層)	1.007	19.0	35	10.0
	印旛地域整備センター	興津	砂質土(成田層)	1.585	18.0	30	10.0
	成田整備事務所	所2地区	砂質土(成田層)	1.000	17.0	30	8.7
	成田整備事務所	新町2地区	砂質土(成田層)	0.990	18.0	30	8.2
	成田整備事務所	新町2地区	砂質土(成田層)	0.990	17.0	25	10.0
	成田整備事務所	宝田2地区	砂質土(成田層)	1.150	19.0	30	10.0
	成田整備事務所	宝田2地区	砂質土(成田層)	1.190			
	成田整備事務所	宝田2地区	砂質土(成田層)	1.150			
	成田整備事務所	宝田2地区	砂質土(成田層)	1.150			
	香取地域整備センター小見川出張所	田部玉地区	砂質土(成田層)	1.000	18.0	30	0.0
	香取地域整備センター小見川出張所	大角地区	砂質土(成田層)	1.000	18.0	29	0.0
	山武地域整備センター	山武町椎崎	砂・泥互層(成田層)		18.0	37	5.0
	山武地域整備センター	成東町新泉	成田砂層	0.980	18.0	35	0.0
	山武地域整備センター	山武町大木	砂質～粘土質細質	1.017	18.0	29	15.0
	山武地域整備センター	松尾町八田	砂～砂質土(成田層)	0.400	18.0	30	0.0
	山武地域整備センター	東金町油井	砂質土(地蔵堂層)	1.108	18.0	23	20.0
	成田整備事務所	新妻地区 1BL-2緩上	砂質土(成田層)	1.060	19.0	25	5.0
	成田整備事務所	新妻地区 1BL-2緩下	砂質土(成田層)	0.930			
	成田整備事務所	新妻地区 1BL-8緩上	砂質土(成田層)	0.790			
	成田整備事務所	新妻地区 4BL-29緩上	砂質土(成田層)	0.930			
	成田整備事務所	新妻地区 4BL-29緩下	砂質土(成田層)	0.640			
	成田整備事務所	新妻地区 5BL-41	砂質土(成田層)	1.340			
	成田整備事務所	新妻地区 4BL-32緩上	砂質土(成田層)	1.130			
	成田整備事務所	新妻地区 7BL-50緩	砂質土(成田層)	0.750			
	成田整備事務所	新妻地区 7BL-53緩	砂質土(成田層)	0.810			
	成田整備事務所	新妻地区 7BL-53非緩	砂質土(成田層)	1.230			
	成田整備事務所	新妻地区 7BL-55緩	砂質土(成田層)	1.120			
	成田整備事務所	新妻地区 1BL-8非緩	砂質土(成田層)	1.300			
	成田整備事務所	新妻地区 1BL-2非緩	砂質土(成田層)	1.250			
成田整備事務所	新妻地区 4BL-29非緩	砂質土(成田層)	1.330				
成田整備事務所	新妻地区 4BL-32非緩	砂質土(成田層)	1.290				
成田整備事務所	新妻地区 4BL-38非緩	砂質土(成田層)	1.600				
成田整備事務所	新妻地区 7BL-50非緩	砂質土(成田層)	1.500				
成田整備事務所	新妻地区 6BL-46	砂質土(成田層)	2.190				
成田整備事務所	新妻地区 7BL-55非緩	砂質土(成田層)	1.630				
成田整備事務所	花崎地区 No.6	砂質土(成田層)	1.210	15.0			
粘性土	市原整備事務所	市原市奥野地区3プロット	砂質シルト	0.852	16.0	0	6.0
市原整備事務所	市原市奥野地区5プロット	砂質シルト	0.566				
山武地域整備センター	東金町田間	固結砂質シルト(笠森)	1.012	18.0	0	353.0	
成田整備事務所	新町2地区	粘性土(成田層)	0.990	16.5	5	35.0	
ローム	成田整備事務所	新妻地区 3BL-23	粘性土(関東ローム)	1.210	17.5	10	30.0
成田整備事務所	新妻地区 4BL-38緩上	粘性土(関東ローム)	0.930	17.5	0	18.0	
銚子整備事務所	西小川地区	ローム	1.000	27.0	11	101.0	
表土	成田整備事務所	新町2地区	表土層(成田層)	0.990	17.0	20	2.4
崖錘	成田整備事務所	新妻地区 1BL-8緩下	崖錘土(成田層)	1.000	15.0	15	5.0
	成田整備事務所	新妻地区 4BL-38緩下	崖錘土(成田層)	0.950			
	成田整備事務所	新妻地区 4BL-32緩下	崖錘土(成田層)	1.110			
	成田整備事務所	新妻地区 2BL-16	崖錘土(成田層)	1.490			

※同地区で同じ土質定数のものは1つのデータ標本とみなすものとした。

このうち内部摩擦角  $\phi$  と単位体積重量  $\gamma$  について、頻度分布図を作成した(図1、図2)。

ただし、同地区で同じ土質定数が設定されている事例については、1つのデータ標本とみなすものとした。

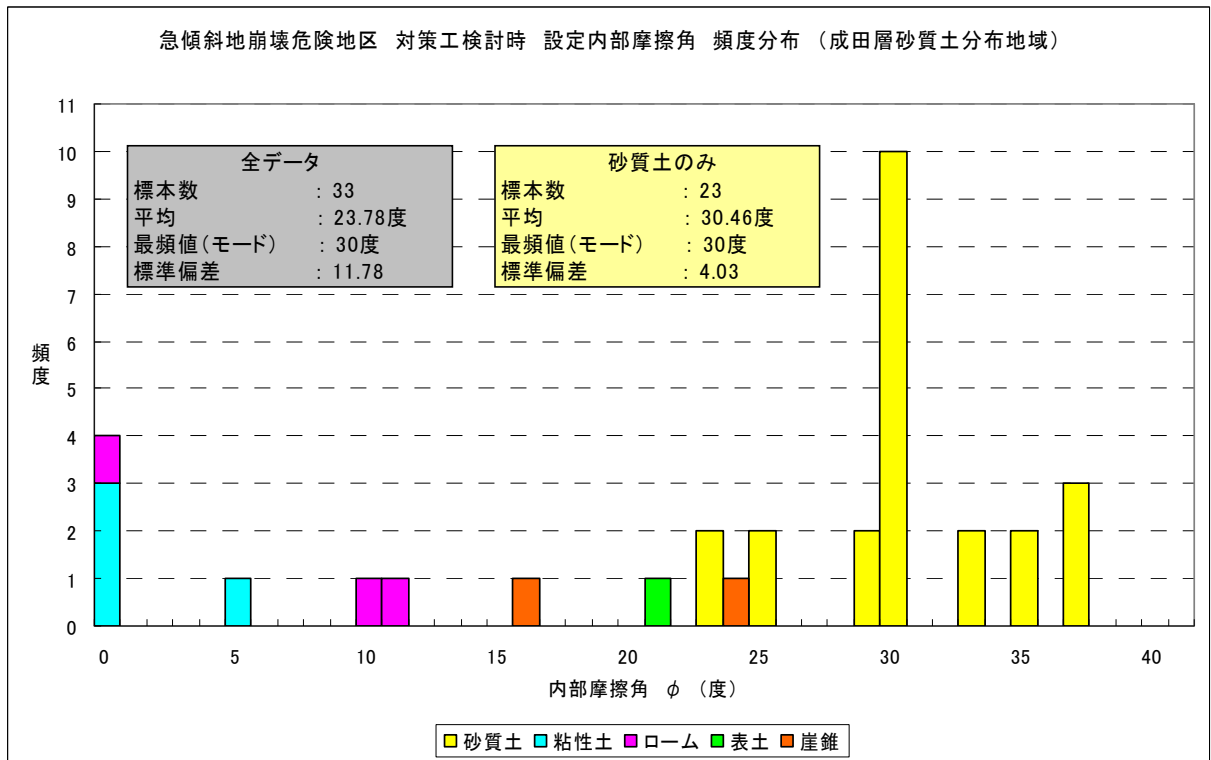


図 1 成田層分布域における内部摩擦角の設定事例の頻度分布

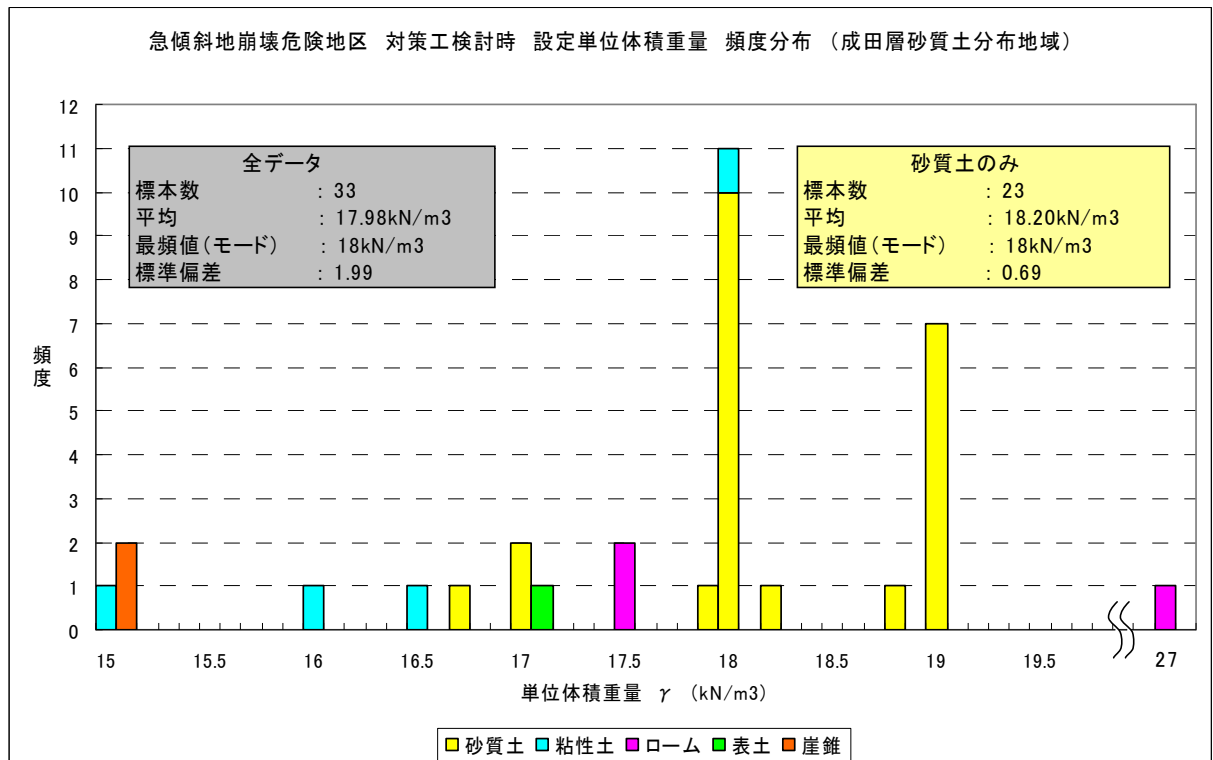


図 2 成田層分布域における土の単位体積重量の設定事例の頻度分布

成田層分布域における設定事例では、内部摩擦角は $30^\circ$ がもっとも多く、特に砂質土に限れば、概ね $25\sim 35^\circ$ であり、平均値でもほぼ $30^\circ$ である。ただし、ロームや粘性土（シルト）では、内部摩擦角を小さくし、粘着力を大きく見込む例が多く、設定における内部摩擦角についてもやや小さい値を採用するほうが妥当であると考えられる。

土の単位体積重量についても砂質土に限るとほぼ $17\sim 19\text{ kN/m}^3$ で、最頻値は $18\text{ kN/m}^3$ でばらつきは小さいが、成田層全体ではややデータにばらつきが見られる。

(2) 第三紀層分布域（房総丘陵）における土質定数の傾向

千葉県南部には主に泥岩や砂岩などの第三紀層が分布している。集められたデータのうち、第三紀層分布域の資料は以下の通りである。

表 4 第三紀層分布域における土質定数一覧表

土質	管轄	地区名	主要地質	施工前安全率 (F)	主要土質の単位体積重量 ( $\gamma$ ) kN/m <sup>3</sup>	内部摩擦角 ( $\phi$ ) <sup>o</sup>	粘着力 (c) kN/m <sup>2</sup>
第三紀堆積岩	夷隅地域整備センター	大原町三十根	泥岩(浪花層)	1.000	17.0	42	119.0
	夷隅地域整備センター	勝浦市川津北	砂岩泥岩互層(勝浦層)	1.000	18.0	25	8.0
	安房地域整備センター	丹生2	シルト系岩	3.370	19.0	20	230.0
	安房地域整備センター	塩浦	砂岩	1.130	19.5	31	
	鴨川整備事務所	清澄地区	泥質砂岩(凝灰質砂岩)		20.0	30	50.0
粘性土	夷隅地域整備センター	大原町三十根	粘性土	0.810	16.0	15	10.0
	夷隅地域整備センター	御宿町高山田	粘性土	0.690	16.0	15	8.0
	安房地域整備センター	釜瀧	粘土質シルト	2.38-11.32	16.0		16.0
表土・崩積土	鴨川整備事務所	清澄地区	表土土砂		17.0	25	0.0
	安房地域整備センター	塩浦	崩積土(四紀)	0.996-1.359	16.0		66.0
その他	鴨川整備事務所	天津地区	砂質土(裏込土)		19.0	30	0.0

斜面を構成し、崩壊のおそれがある地質では、強風化した堆積岩もしくは堆積した崩積土が考えられる。表中で粘性土となっているのは、強風化した泥岩であると考えられる。

内部摩擦角 $\phi$ と単位体積重量 $\gamma$ について、頻度分布図を作成した(図3、図4)。

粘性土は内部摩擦角を小さく設定し、粘着力を大きく設定することが一般的であるため、粘性土を含めて分析を行うと、内部摩擦角は小さくあられる傾向になる。しかし、第三紀の山地における斜面崩壊は、強風化し礫状となった堆積岩が崩壊するといった災害形態が最も想定され、この場合の崩壊土は粘性土よりむしろ砂質土や礫質土に近い性状を示すと考えられる。したがって、粘性土などを除いて堆積岩のみで検討を行うと、中央値・平均値ともにほぼ $30^\circ$ となる。

同様に単位体積重量についても、堆積岩のみで検討すると、中央値・平均値ともに $19\text{ kN/m}^3$ となる。

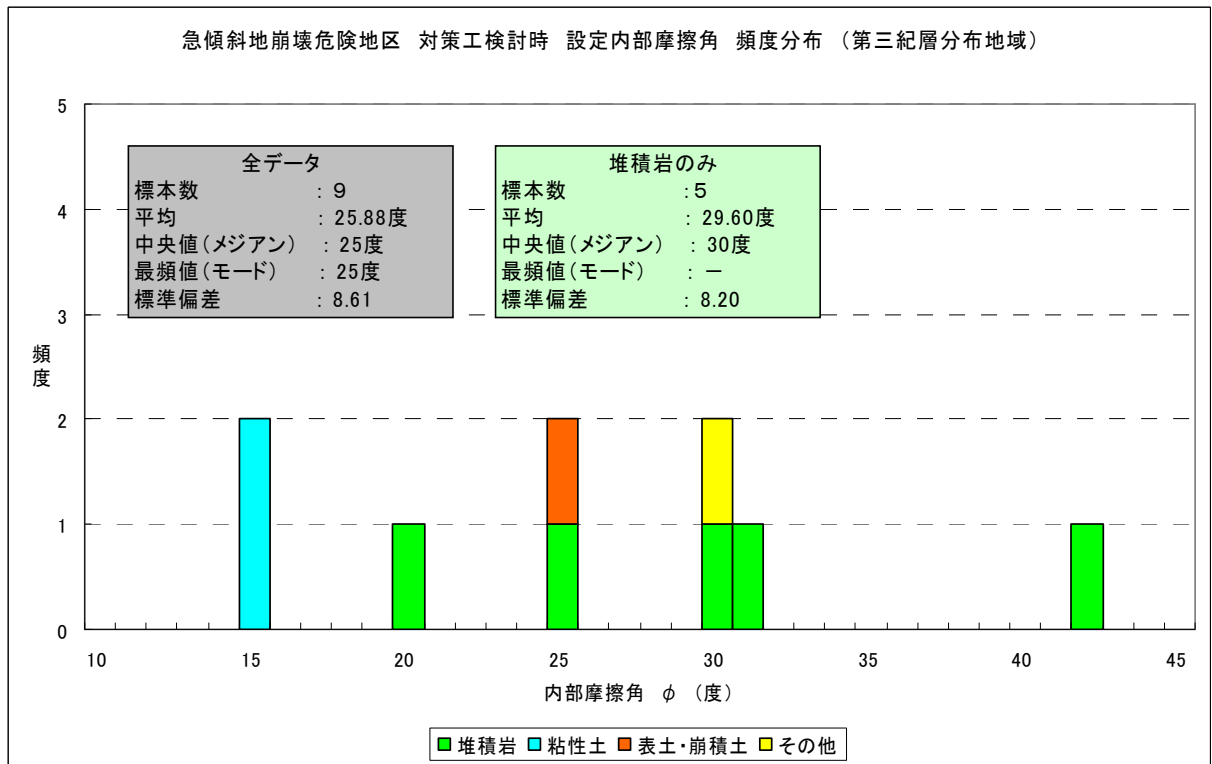


図 3 第三紀層分布域における内部摩擦角の設定事例の頻度分布

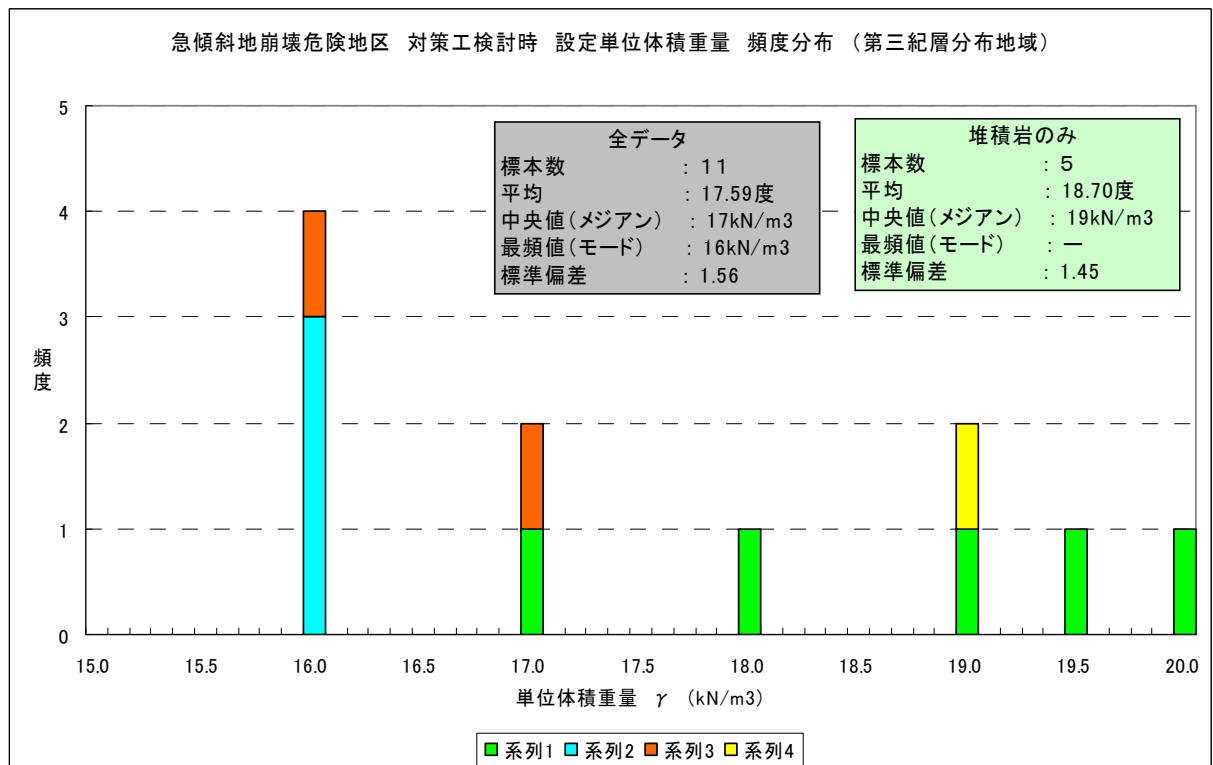


図 4 第三紀層分布域における土の単位体積重量の設定事例の頻度分布

### 3. 区域設定に用いる土質定数

下総台地、房総丘陵地における土質定数の傾向を表 5 のようにとりまとめた。

表 5 千葉県における近年の急傾斜地崩壊対策事業での土質定数設定値

	地質	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	内部摩擦角 φ (°)
下総台地 (洪積層分布域)	砂質土	17 ~ 19 (18)	25 ~ 35 (30)
房総丘陵 (第三紀層分布域)	風化堆積岩	17 ~ 20 (19)	20 ~ 42 (30)

※代表的な設定値の範囲をとりまとめたものである。括弧内の値が平均的な値である。

シルト・粘性土主体の場合は、砂質土と比較すると、一般的に内部摩擦角が小さい性質がある。今回の調査結果にもその傾向が認められる。しかし、調査結果の平均値や中央値を用いると 5~10° と区域設定には不適當な値となることから、設計時等に通常使われている内部摩擦角 (表 6 参照) を用いることが妥当と考えられる。

表 6 土石等の内部摩擦角設定例

裏込め土の種類	せん断摩擦角 (φ) (内部摩擦角)
礫質土	35°
砂質土	30°
粘性土	25°

基礎調査マニュアルには、区域設定に用いる土質定数は、地質調査結果等から値が得られなかった場合、表 7 を参考に値を決めることができるという記載にしている。

地質の区分は、地質図による確認や、現地での地質状況の確認によるものとした。

表 7 千葉県における土質定数設定値

区分	地質	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	内部摩擦角 φ (°)
洪積層分布域	砂質土	18	30※
第三紀層分布域	風化堆積岩	19	30

※ シルト・粘性土主体の地質状況の場合は 25° とする。