

(株) 応用地質調査事務所 正会員 殿 内 啓 司

同 上 同 上 ○金子 史 夫

1. まえびき

道路盛土や河川堤防、造成盛土といった盛土構造物は、これまでに多くの地震被害を蒙っており、最近よく実施される広域での地震時の各種構造物被害の予測においても、交通輸送路障害、地震時水害といった観点から盛土構造物の被害予測が行われるようになってきている。こうした広域での被害予測では、全体の被害の割合、個々の構造物の被害の有無、あるいは被害の程度を算定することが必要となる。被害程度を算定するには、個々の地点毎に、構造物の状況や各種条件を詳細に調べていく方法では、広域に適用するには煩雑かつ膨大となって、現実的にはそぐわない面があり、被害の量的予測の簡便な方法が望まれている。

ここでは過去の震害資料に基づき、河川、鉄道および道路における盛土について、被害程度としての沈下量や残留率と地盤種別、地震力との関係にしばって検討を行なった。

表-1 盛土の地震時沈下量一覧表

沈下量 (m)	震度Ⅴ			震度Ⅵ		震度Ⅶ	
	地盤種別			液状化		液状化	
	2	3	4	無	有	無	有
0.0		11	61	63	9	15	
0.1	12	6	32	48	2	11	
0.2		2	26	22	6	2	
0.3		10	19	26	3	7	1
0.4	1	2	20	20	3	9	
0.5		3	11	14		18	
0.6		5	15	18	2	4	3
0.7		1	14	15	2	10	1
0.8		3	23	26		13	6
0.9			15	8	7	5	
1.0	1	1	18	20		9	3
1.1		1	7	8	2	11	1
1.2		1	8	7	2	3	4
1.3			9	8	1	6	
1.4			9	6	3	6	4
1.5			6	5	1	4	4
1.6			4	4	1	4	9
1.7		2	2	4	2	1	1
1.8		1	4	2	3	5	4
1.9			1	1	2	2	1
2.0		1	2	3	2	3	2
2.1						1	1
2.2						2	3
2.3							3
2.4							4
2.5						2	2
2.6						2	3
2.7			1		1	1	2
2.8						1	1
2.9			1		1		1
3.0			1	1	2	1	1
3.3			1	1		1	
3.6						1	
3.7						1	1
3.9						1	
4.0			1		1		
4.5						1	2
5.0			1		1		1
Total	14	50	325	330	59	163	69

2. 震害資料の整理方法

過去の大地震についての震害調査報告、例えば震災予防調査会報告などから、以下の要領で被害例を抽出した。

①被害地震：1991年濃尾地震、1923年関東大地震、1948年福井地震、1952年十勝沖地震、1964年新潟地震、1968年十勝沖地震、1978年宮城県沖地震の7地震についての公刊資料を用いた。

②対象盛土：河川堤防、鉄道盛土、道路盛土の平地におけるものとし、傾斜地における盛土は除外した。

③盛土の構造：堤高のみに着目し、材料の違いなどは除外した。

④沈下量、残留率：被害の形態は様々であるが、図-1に示すように、堤頂からの沈下量を求め、堤高を考慮した残留率は次式によって、 $\text{残留率} = (\text{堤高} - \text{沈下量}) / \text{堤高}$

⑤液状化の有無：資料の記載によったほか、基礎となる地盤の土質や被害の状況に応じて判断した。

⑥地盤種別：盛土の基礎となる地盤についての記載は、詳細不明のものが多く、道路橋示方書にいう4つの地盤種別に分類した。

⑦地震力：地表加速度などの詳細な地震力は判明しないものばかりであり、気象庁発表による震度分布をもとにして、地点毎の震度を判定した。

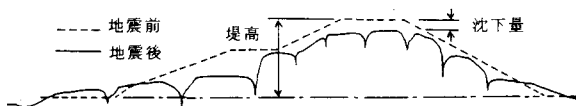


図-1 盛土の沈下量の算定

3. 沈下量、残留率と地盤種別、震度の関係

上記の要領で抽出した621例の盛土被害について、沈下量、残留率を震度ごとに、地盤種別、液状化の有無により分類すると、表-1、表-2のようになる。なお震度Ⅶでは地盤種別が不明のものが多く、この分類は省略した。両表に示したデータは何らかの被害があった資料のみで、無被害地点は含まれていない。また沈下量0mというのは、沈下はないものの亀裂などの被害が認められた地点である。両表にみられるように、震度や地盤種別などの分類に対して、沈下量や残留率は幅広く分布する。こうしたデータの処理方法としては、累積度数分布がよく用いられる。この方法を用いて両表のデータを処理し、沈下量、残留率についてそれぞれ図-2、図-3に示した。さらに、累積度数50%、90%における値をとり、表-3に示した。

累積度数90%、すなわち被害盛土の9割が含まれる上限の値を例にとり、各要素に対する傾向は次のようである。地盤種別では、2種、3種、4種の順に沈下量が大きくなり、その差は2種と3種で0.82m、3種と4種で0.33mとなっており、基礎となる地盤の種別の相違が被害に与える影響が明瞭に現われる。また、2種と3種の差は3種と4種の差よりも大きくなることも地盤の状況を反映している。地震力についても、震度ⅦとⅥの差は液状化無の場合で0.72m、液状化有の場合で0.70mとなり、地震力の増加に伴い被害が増大する傾向が示されている。さらに、液状化の有無による差は、震度Ⅶで0.77m、震度Ⅵで0.25mであり、液状化によって被害がより数倍なものとなることを物語っている。なお、残留率についても同様な傾向を指摘することが出来る。

4. あとがき

以上のように、ここでは広域での地震時の盛土被害の量的予測の簡便な方法という観点から検討を行ってきた。しかしながら、資料の母数の偏りや同一条件下での被害の発生率の問題、あるいは個々の盛土構造物の形状や基礎となる地盤の分類の仕方、地震力の評価の方法という点では残された問題も多々ある。今後こうした点についてもさらに検討を進め、より実用的な手法として確立していきたい。

表－３　累積度数 50%，90%		累積 度数	震度Ⅴ			震度Ⅵ		震度Ⅶ	
における沈下量，残留率			地盤種別			液状化		液状化	
			2	3	4	無	有	無	有
沈下量 (m)	50%	0.06	0.27	0.44	0.33	0.78	0.75	1.58	
	90%	0.28	1.10	1.43	1.23	2.00	1.95	2.70	
残留率 (%)	50%	100	96.5	9.1	9.4	8.2	8.8	6.6	
	90%	9.6	8.0	6.0	6.7	5.0	6.2	4.2	

表-2 盛土の地震時残留率一覧表

残留率 (%)	震度Ⅵ			震度Ⅶ		震度Ⅷ	
	地盤種別			液状化		液状化	
	2	3	4	無	有	無	有
0			1		1	4	1
5							
10							3
15			1	1			
20			1		1		1
25							
30			3	2	1		1
35			3	1	2	1	
40			5	4	1	1	3
45			3	3			5
50			6	3	3	6	3
55			10	5	5	1	3
60			13	10	3	8	13
65			11	8	3	7	7
70		2	14	14	2	11	5
75		3	20	19	4	12	7
80		3	31	25	9	18	8
85	1	4	32	35	2	19	5
90		10	33	39	4	29	3
95	2	10	43	48	7	18	1
100	11	18	95	113	11	28	
Total	14	50	325	330	59	163	69

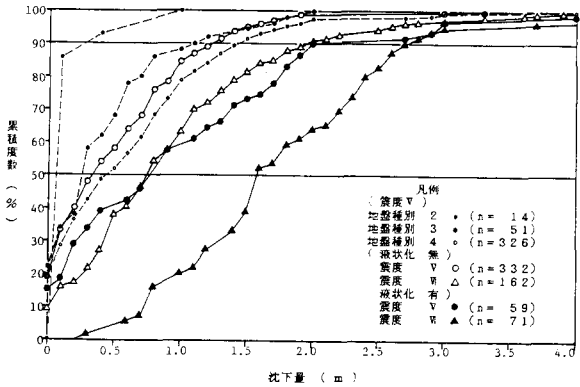


図-2 沈下量の累積度数分布

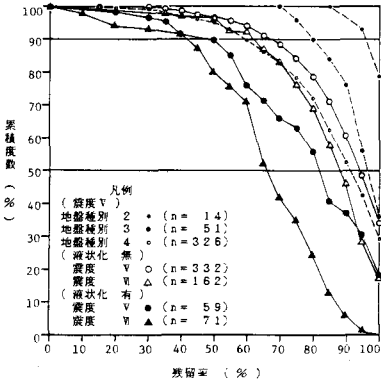


図-3 残留率の累積度数分布