

実測例にもとづいた軟弱地盤上盛土の破壊時におけるすべり面位置の考察

名古屋大学工学部 正員 川村 国夫

名城大学理工学部 正員 堀内 孝英

名城大学理工学部 学生 ○伊藤 充隆

1. はじめに：軟弱地盤上に盛土を築造する場合、盛土荷重により周辺地盤が複雑な挙動を起こすため、盛土周辺の構造物やパイプラインなどに影響を及ぼす。したがって、盛土載荷による軟弱地盤の変形状況や破壊時のすべり面の位置をあらかじめ知っておくことは重要なことである。ここでは、実際に破壊した軟弱地盤上の盛土について実施された動態観測結果をもとに、すべり面とおもわれる位置を考察したものである。すなわち、盛土法尻付近の地盤の変位をもとに求められたすべり面が、盛土規模、軟弱層厚などの幾何学的条件、あるいは、 $\phi_u = 0$ 法の円弧すべり計算からの安全率などとの関係で検討された。

2. すべり面の位置：現在までに収集された変位に関するデータは、主に盛土法尻付近における軟弱地盤上の鉛直変位量 α_v と、水平変位量 α_h である。したがって、今回の報告は盛土法尻付近に出現したすべり面の先端部における位置的考察である。

すべり面位置の解析方法を以下、簡単に示そう。盛土法尻付近の各地点における α_v 、 α_h が施工時間 t との関係で得られている。したがって、鉛直変位速度 $\Delta\alpha_v/\Delta t$ と、水平変位速度 $\Delta\alpha_h/\Delta t$ は簡単に求められるであろう。今、変位速度ベクトル(D)を $\Delta\alpha_v/\Delta t$ 、 $\Delta\alpha_h/\Delta t$ より求め、この D の最大値 D_{max} をとる地点を、一応、すべり面(帯)の中心と定義する。

あわせて、 D_{max} の $2/3$ 、及び、 $1/3$ の変位速度ベクトルをとる地点も求める(図-1参照)。このように、すべり面(帯)をある範囲で決定したことは、すべり面そのものがある幅をもつと同時に、以下に述べる工学上の重要性を含んでいる。すなわち、盛土周辺における構造物は機能上からみた安全性が基礎地盤の変位に大きく影響されるため、すべり面(帯)より外にあることが望ましいからである。そのため、構造物の機能上から決定される許容変位以上のすべり帯を定めることは重要である。

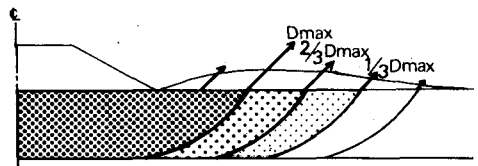
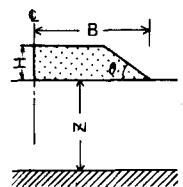


図-1 すべり面(帯)のモデル図

表-1 破壊例の盛土規模

群	No.	H (m)	B (m)	Z (m)	cot θ
I	1	6.6	23.8	29.5	1.8
	2	7.5	23.0	20.0	1.8
	3	7.0	23.8	27.0	1.8
	4	7.5	22.8	15.0	1.8
II	5	6.0	15.0	3.5	1.7
	6	2.7	14.0	4.4	1.5
	7	3.8	14.0	4.4	1.5
	8	6.0	51.0	10.0	8.0



3. 幾何学的条件とすべり面の関係：2.より決定された D_{max} 、 $2/3 D_{max}$ 、 $1/3 D_{max}$ というすべり帯先端部は、盛土規模、軟

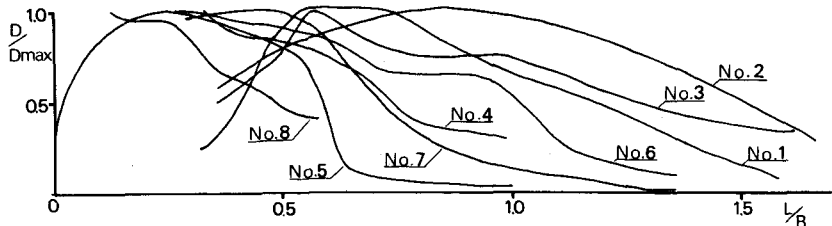


図-2 L/B と D/D_{max} の関係

弱層厚などの幾何学的条件によっていろいろと変化する。それを示したのが図-2で、横軸に法尻からの距離 L を、盛土敷幅の半分 B で無次元化したもの L/B をとり、縦軸に変位速度ベクトル D の D_{max} をとった。これによると、すべり帯の D_{max} , $2/3 D_{max}$, $1/3 D_{max}$ の位置はか
なりばらついている。今、図-2を施工現場の幾何学的

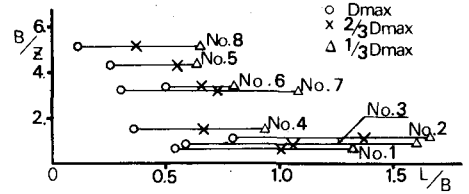


図-3 L/B と B/z の関係

条件で調べてみる。その結果、 B と軟弱層厚 z の比 B/z ですべり面の位置を検討したところ興味深い結果が得られた。図-3がそれである。すなわち、図-2から、表-1にも記したように $B/z < 2$ の現場(オI群)では、 $B/z > 2$ の現場(オII群)に比して D_{max} 地点が盛土法尻より遠くに出現する傾向がみられる。同様な傾向が $2/3 D_{max}$, $1/3 D_{max}$ 地点にもみられる。

4. $\phi_u = 0$ 法の安全率とすべり面(帯)との関係：すべり面(帯)の位置が現行設計法の $\phi_u = 0$ 法のすべり計算から決定される安全率 F_s と比較・検討された。3. で求められた D_{max} , $2/3 D_{max}$, $1/3 D_{max}$ 地点を通る円弧すべりの破壊線を想定し、 F_s を求めたのが表-2である。表-2における安全率 F_s は、破壊直後のチェックボーリング結果から得られた軟弱地盤の非排水せん断強度 C_u を適用して求められている。

表-2 F_s の算定一覧表

さて、表-2から以下のことが理解できる。まず、現場データNo. 1～No. 4(オI群)における D_{max} 地点に関する安全率 F_s は、約0.65～0.90の範囲に収まる。一方、No. 5～No. 8(オII群)のそれは、

群	No.	γ (t/m^3)	C_u (t/m^2)	D_{max}		$2/3 D_{max}$		$1/3 D_{max}$	
				F_s	L/B	F_s	L/B	F_s	L/B
I	1	1.85	1.5～2.0	0.70～0.94	0.52	0.69～0.92	1.00	0.75～1.00	1.28
	2	1.85	1.5～2.0	0.62～0.82	0.79	0.85～1.13	1.36	1.22～1.63	1.63
	3	1.85	1.5～2.0	0.66～0.88	0.57	0.66～0.88	1.08	1.00～1.33	1.59
	4	1.85	1.5～2.0	0.65～0.86	0.33	0.62～0.82	0.66	0.63～0.84	0.92
II	5	2.00	1.0～1.5	0.72～0.93	0.26	0.75～1.13	0.54	0.78～1.17	0.60
	6	1.80	0.8～1.0	0.99～1.23	0.50	1.02～1.27	0.66	1.20～1.50	0.79
	7	1.80	1.5～2.0	1.28～1.71	0.28	1.57～2.07	0.70	2.01～2.67	1.09
	8	1.85	0.8	0.760	0.12	0.839	0.37	1.234	0.66

オI群と比して若干大きく0.70～1.50の値をとっている。ところで、オI群・オII群の D_{max} 地点を通る F_s は、すべり面の位置を全く指定せずに計算された最小安全率 $F_{s \min}$ とほぼ一致していることがわかった。このことは、 D_{max} 地点を一応、すべり面(帯)の中心と定義したこと裏付けとなるであろう。同様に、 $2/3 D_{max}$, $1/3 D_{max}$ 各地点における安全率 F_s は、 $2/3 D_{max}$, F_s $1/3 D_{max}$ をオI群、オII群に分けて検討すれば、 $2/3 D_{max}$ の地点に関してオI群の F_s $2/3 D_{max}$ は F_s D_{max} とほぼ同一の値をとり、オII群では0.80～2.00となる。また $1/3 D_{max}$ 地点の F_s $1/3 D_{max}$ は、オI群で0.75～1.50、オII群では上限が2.5となっている。結局、オI群は D_{max} 地点から $1/3 D_{max}$ 地点までの安全率の変化が非常に小さく、しかもオII群に比べて安全率の絶対量も小さくなる傾向をもつ。このことを力学的に解釈すれば、オI群はオII群に比べて B/z が小さいものである。したがって、すべり面(帯)は、地中の固い支持層に全く拘束されないため D_{max} , $2/3 D_{max}$, $1/3 D_{max}$ 各地点を通る安全率があまり変化しなかったであろう。 $1/3 D_{max}$ 地点を盛土周辺の構造物の機能上から決定されたすべり帯の最外部とすれば、 $1/3 D_{max}$ 地点は現場規模が $B/z < 2$ ならば $F_s = 1.5$ 程度、 $B/z > 2$ ならば $F_s = 2.5$ 程度をそれぞれもつ円弧すべり線上にあると考えられる。