

Ⅲ-A 246

数値解析、室内試験による地盤のすべり層の大きさの研究

東京電力（株） 正会員 佐藤 博

東電設計（株） 正会員 松島 学 正会員 安 雪暉 正会員 高橋秀明

1. まえがき

兵庫県南部地震を契機に構造物の性能に応じた設計の必要性が認識され、土構造物や基礎構造物など地盤を扱う構造物において変形量の予測が重要になってきている。地盤の変形量を予測する上で、変形が進行すると一様に変形していたマスの内部に歪みが集中するすべり層が形成されることから、そのモデル化が重要である。既往の研究¹⁾によると地盤のすべり層の幅は地盤材料の粒径の10数倍程度と言われている。一方、Kulhawy²⁾は、図-1に示すように杭の引揚により杭周辺に生じるすべり層はせん断ひび割れの集合体により形成されることを指摘している。筆者らは実地盤では地盤物性のばらつきにより数多くのひび割れが発生し、そのひび割れを統合するようにすべり層が形成され、要素レベルで生じるすべり層よりも大きいと考えている。本報告は、地盤のばらつきを考慮し、地盤の大きさによるすべり層の大きさの違いを数値解析ならびに三軸圧縮試験を用いて検討したものである。

2. 数値解析

(1) 解析モデル

解析に用いた手法は二次元弾塑性FEMである。解析モデルは高さ15cm、幅30cmの室内試験モデル（メッシュ数36）と、この約7倍の大きさの高さ1m、幅2mの実地盤モデル（メッシュ数400）である。両モデルともに同一の物

性を有する大きさを $5 \times 10\text{cm}$ とし、粘着力とせん断弾性係数（両者の相関は1）のばらつきを同じ（平均値、変動係数が同じ）としてランダムに割り付けた。またメッシュの切り方の違いによる影響をみるため、室内実験モデルを細かくしたモデル（メッシュ数576）についても解析した。この場合も同一の物性を有する大きさは同じとした。載荷方法は図-2に示すように上面に強制変位を与える変位制御とし、解析に用いた応力・歪み関係は図-3に示すような歪軟化モデルである。地盤条件を表-1に示す。

(2) 解析結果

図-4に地盤の破壊箇所（塑性化した箇所、図中の+印）の分布図を示す。いずれも地盤モデル全体のせん断歪みは3%の場合である。これによると、地盤の変動係数が0（ケース1）の場合には、両モデルともに破壊箇所が集中し、狭い領域にすべり層が形成される。変動

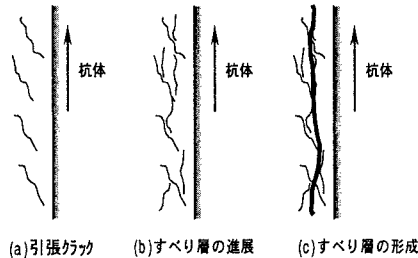
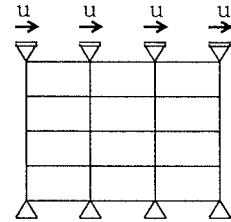
図-1 杭周辺のすべり層の形成過程¹⁾

図-2 載荷方法

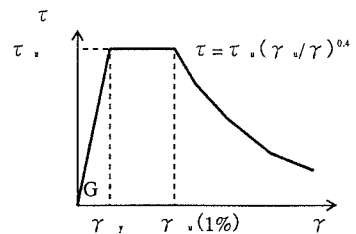


図-3 地盤の応力・歪み関係

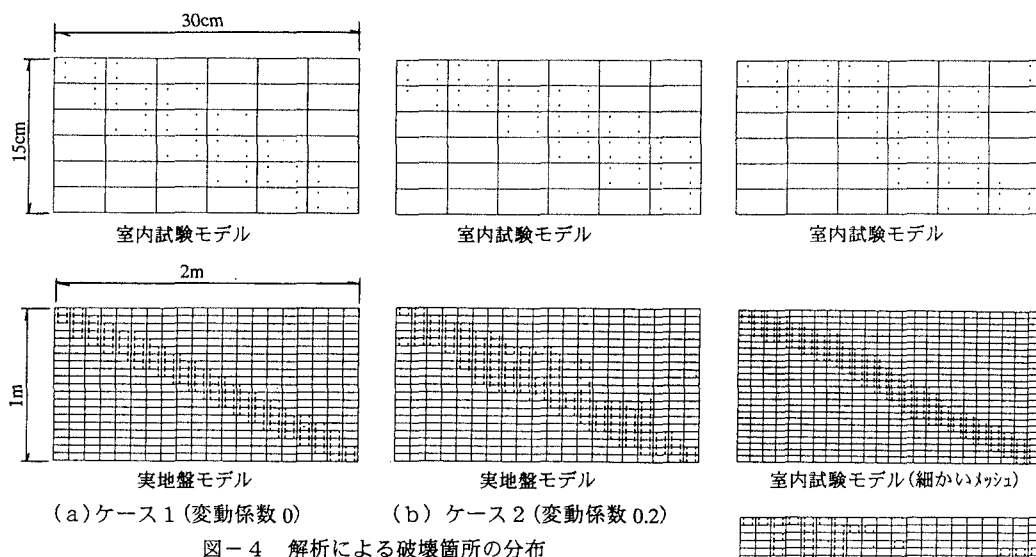
表-1 地盤条件

項目	単位	平均値	変動係数		
			ケース1	ケース2	ケース3
粘着力C	kgf/cm ²	0.5	0	0.2	0.3
内部摩擦角φ	度	30	0	0	0
単位体積重量γ	gf/cm ³	1.8	0	0	0
せん断弾性係数G	kgf/cm ²	750	0	0.2	0.3
ポアソン比ν	—	0.3	0	0	0

注：地盤の物性はV_s=200m/s程度を想定した。

Key Words：すべり層、地盤のばらつき、弾塑性解析、三軸圧縮試験

〒230-8510 横浜市鶴見区江ヶ崎町4-1 東京電力（株）電力技術研究所 TEL:045-585-8605 FAX:045-585-8631



係数が大きくなるにつれ、両モデルともにすべり層の領域が広がる傾向がみられるが、実地盤モデル方が破壊箇所が複雑に絡み合い、これを統合するように広い領域のすべり層が形成されることが認められる。また室内試験モデルの場合には、メッシュを細かくしても破壊箇所が集中し、メッシュの切り方による影響は認められない。

3. 三軸圧縮試験

試験に用いた砂は平均粒径約 0.3mm、均等係数 3.2 の砂である。供試体の寸法は $\phi 5 \times h 10\text{cm}$ 、 $\phi 10 \times h 20\text{cm}$ 、 $\phi 20 \times h 40\text{cm}$ の 3 種類とし、せん断面が現れ易くするため、密に締固め ($\gamma_s: 1.8\text{gf/cm}^3$)、拘束圧を 0.3kgf/cm^2 と小さくした。試験条件は UU である。また供試体には着色砂を用いて縞模様を作成した。試験終了後、すべり層の幅、連続性等の状況をスケッチし、写真撮影を行った。試験後の供試体のスケッチを図-5に示す。すべり層の幅は供試体の正面、裏面の両方に測定区間を定め、拡大写真を用いて測定した。以上の方法により測定したすべり層の幅を表-2に示す。顕著ではないが、すべり層の幅は供試体寸法が大きくなるほど増加する傾向が認められる。

4. まとめ

数値解析により、実地盤では地盤物性のばらつきにより数多くのひび割れが発生し、そのひび割れを統合するようにすべり層が形成され、要素レベルで生じるすべり層よりも大きくなることが示された。また寸法は小さいが三軸圧縮試験からも供試体が大きいくほどすべり層の幅が大きくなることを把握した。今後は実地盤の解析に用いるすべり層のモデル化について検討を進める予定である。

【参考文献】1) 土質工学会(現地盤工学会)わかりやすい土質力学原論, 1988 2) Stewart, J.P. and Kulhawy, F.H.: Behavior of Drilled Shafts in Axial Uplift Loading, Contract Report B-49(5), Niagara Mohawk Power Corporation, 1980

表-2 すべり層の幅の測定結果

供試体	測定 区間長 (cm)	すべり層幅 (cm)		
		平均	標準偏差	標本数
$\phi 5 \times h 10\text{cm}$	10	0.67	0.10	20
$\phi 10 \times h 20\text{cm}$	12	1.15	0.10	20
$\phi 20 \times h 40\text{cm}$	33	1.35	0.26	20

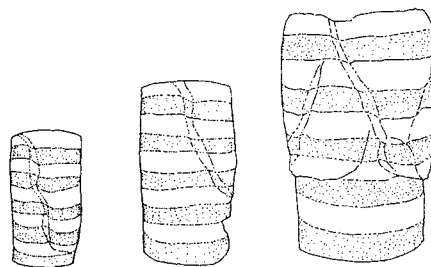


図-5 試験後の供試体状況 (スケッチ)

左から、 $\phi 5 \times h 10$ 、 $\phi 10 \times h 20$ 、 $\phi 20 \times h 40$
但し図の寸法は正確ではない。