

III-492 逆T字型拡底基礎の引揚げ耐力に関する研究（第1報）

西日本技術開発(株) 正会員 山下正哉

九州電力(株)総合研究所 正会員 永津忠治 江藤芳武

1. まえがき

送電用鉄塔基礎のうち逆T字型拡底基礎は、所定の床板直径より小さな径で掘削し、床板の一部を地山内に拡幅するもので、基礎の引揚げ耐力に地山部のせん断強度が期待できる、掘削土量の軽減によりコストダウンが図れるなどの利点がある。この拡底基礎の引揚げ耐力に関する研究の一環として、室内模型や原位置実規模基礎による引揚げ試験を実施し、拡底幅と引揚げ耐力や地盤の破壊形態との関連性について検討した。以下はこれらの結果のうち、室内模型試験結果について報告する。

2. 試験概要

室内模型試験は、拡底基礎の引揚げ支持力機構に関する基礎資料を得るため、次の点に着目して行った。(a)拡底幅と破壊形態および引揚げ耐力の関係、(b)埋戻し地盤の性状の違いによる影響、(c)根入れ深さと破壊形態との関係、(d)拡底角度と破壊形態との関係。これらの諸点を検討するため次の2種類の試験を行った。

(1)三次元モデルでの試験；上記(a)，(b)を検討するため、表-1の試験ケースで引揚げ試験を行った。模型基礎は、実規模の約1/10を考へて、直径40cm、厚さ4cmの鋼製の円形床板である。

(2)二次元モデルでの試験；上記(c)，(d)を検討するため、表-2のケースについて試験を実施した。模型基礎は、幅60cm、厚さ20cmのコンクリート製とした。

3. 試験方法

試験に用いた材料は、三次元、二次元モデルともまき土である。その物理性状は比重2.64～2.65、自然含水比16%～20%の範囲内にあり、粒度分布は図-2に示すとおりである。このまき土を所定の密度に締固めて試験地盤を作成した。締固め後の地盤性状を表-3に示す。拡底幅は原地盤と埋戻し地盤の境界に型枠（仕切

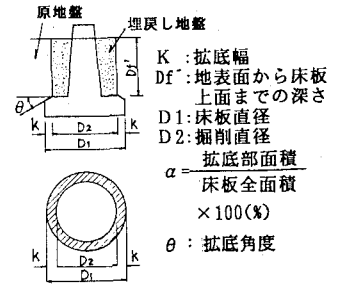


図-1 拡底基礎の概念図

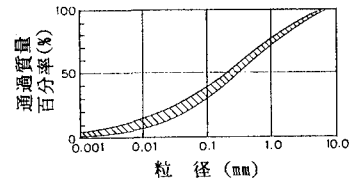


図-2 まき土の粒度分布

表-1 試験項目一覧表
(三次元モデル)

D_f' (cm)	E_0/E_1	α (%)
40	0	10, 20, 40
	0.5	0, 10, 20, 40, 60
	1	10
50	0.5	20

E_0 ；埋戻し地盤の変形係数(kgf/cm²)
 E_1 ；原地盤の変形係数(kgf/cm²)

表-3 試験地盤の性状

項目		含水比 w (%)	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	強度 定数		一軸圧縮試験で求めた変形係数 E_{50} (kgf/cm ²)
原地盤と埋戻し地盤の種類				粘着力 C (kgf/cm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	
三次元モデル	原地盤	16.5～17.3	1.67～1.75	0.37～0.52	35	40
	埋戻し地盤	(埋戻し部は空の状態)				
	$E_0/E_1=0$					
	$E_0/E_1=0.5$	19.0	1.50	0.05	25	20
二次元モデル	$E_0/E_1=1$	17.0	1.67	0.40	30	40
	原地盤	17.2～17.6	1.70～1.78	0.31～0.34	35～39	44～59
	埋戻し地盤	(埋戻し部は空の状態)				
	$E_0/E_1=0.5$	19.1～19.8	1.60～1.64	—	—	—

表-2 試験項目一覧表
(二次元モデル)

検討項目	破壊形態の検討	拡底角度の検討
拡底角度 θ (度)	0	15, 30, 45, 60
E_0/E_1	0.5	0, 0.5 ($E_0/E_1=0.45=30, 45^\circ$ の時)
D_f' (cm)	40, 60, 100	100
K/D_f'	1/10, 1/20, 1/40	1/10

板）を設置し、これを調整することで変化させた。載荷は荷重制御で行い、各荷重段階での荷重保持時間は30分の一定時間とした。計測項目は、荷重、時間、基礎体と地表面の変位および地中ひずみである。また地盤の破壊面を試験後に観察した。

4. 試験結果

4.1 三次元モデルによる結果

① 拡底幅と破壊形態および引揚げ耐力の関係；引揚げ試験によって生じた地盤の破壊面は図-3に示す3タイプに区分された。また、拡底面積比と破壊形態および降伏荷重の関係を図-4に示す。基本ケースである $E_0/E_1 = 0.5$ 、 $Df' = 40$ cm についてその破壊形態と降伏荷重の関係を見れば、 $\alpha = 0\%$ では直上せん断破壊、 $\alpha = 10\%$ では局部破壊、 $\alpha = 20\%$ 以上では対数線形的破壊が生じ、この時の降伏荷重 P_{yo} は、 α の増加とともに大きくなり、 $\alpha = 20\%$ 以上ではほぼ一定値となった。すなわち、対数線形的破壊が生じる $\alpha = 20\%$ 以上で十分な拡底効果が発揮され、この時の P_{yo} は直上せん断破壊の場合に比し、約2倍となった。

② 埋戻し地盤の性状の違いによる影響；①で記した十分な拡底効果が発揮される最小の α (α_{min}) は、埋戻し地盤の性状によって変化し、 $E_0/E_1 = 0, 0.5, 1$ の順に $\alpha_{min} = 40\%, 20\%, 10\%$ と小さくなる傾向を示す。

4.2 二次元モデルによる結果

① 根入れ深さと破壊形態との関係；表-4に根入れ深さおよび拡底幅の変化に伴う地盤の破壊形態の差異を示した。破壊形態は K/Df' と密接な関係があり、 $K/Df' = 1/40$ は概ね局部破壊を示し、 $K/Df' = 1/20$ 以上では全て対数線形的破壊が生じた。

② 拡底角度と破壊形態との関係； $Df' = 100$ cm、 $K = 10$ cm ($K/Df' = 1/10$) について、 θ を $15^\circ \sim 60^\circ$ に変えた場合の地盤の破壊形態を表-5に示す。 $E_0/E_1 = 0.5$ では全て対数線形的破壊が生じたが、 $E_0/E_1 = 0$ の $\theta = 45^\circ$ で局部破壊となった。このことは、埋戻し地盤の性状如何によっては、拡底角度を大きくすると十分な拡底効果が得られないこともあり得ることを示唆している。なお、対数線形的破壊を生じたケースについて、その引揚げ耐力を比較すると角度の大きなもの程、降伏荷重、破壊荷重は大きくなる傾向は認められた。

5. あとがき

本報告では、模型引揚げ試験に基づく拡底効果や必要最小拡底幅の検討結果を述べた。これらの結果をより設計・施工面に反映させるため、実規模大基礎（床板直径3m、地表面から床板上面までの深さ3m）による原位引揚げ試験を既に行っており、第2報として報告する予定である。

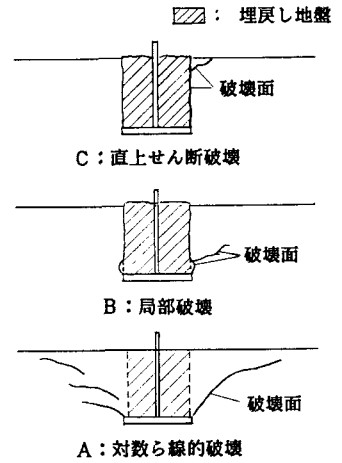


図-3 地盤の破壊形態

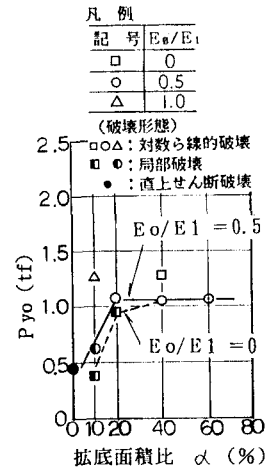


図-4 拡底面積比と降伏荷重

表-4 根入れ深さおよび拡底幅の変化に伴う破壊形態 ($E_0/E_1 = 0.5$)

K/Df'	1/40	1/20	1/10	破壊形態
40	B	A	A	A: 対数線形的破壊 B: 局部破壊
60	A	A	A	
100	B	A	A	

表-5 拡底角度および埋戻し地盤の性状変化に伴う破壊形態 ($Df' = 100$ cm, $K = 10$ cm)

θ (°)	15	30	45	60	破壊形態
$E_0/E_1 = 0.5$	A	A	A	A	A: 対数線形的破壊 B: 局部破壊
0	-	A	B	-	