

もたれ式擁壁の弾塑性有限要素解析

高知工業高等専門学校 正会員 岡林宏二郎
エイトコンサルタント 正会員 〇瀬本 裕輔

1. まえがき

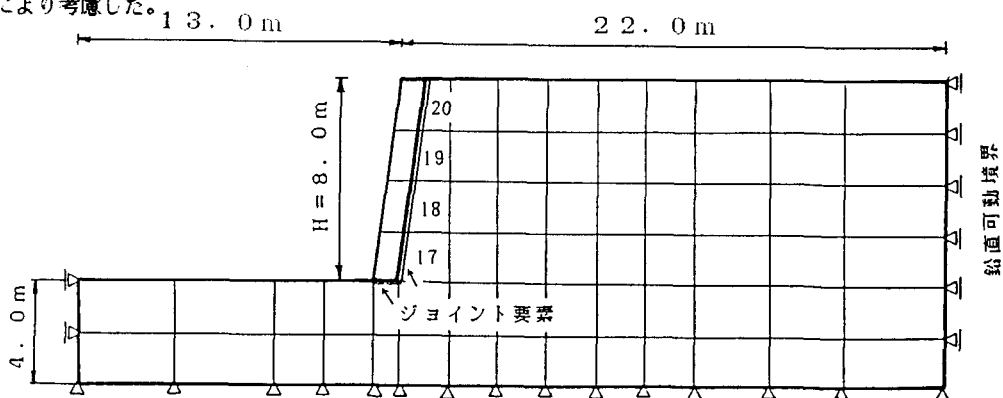
擁壁の設計には、通常主動土圧が用いられている。その値はクーロン式などの古典土圧論より求められており、土を剛塑性体とし、裏込め土の破壊は破壊領域のいたる所で同時に発生するという仮定に基づいている。しかし、擁壁の変形の影響や壁体と地盤のずれ等については十分考慮されていない。

本研究は、もたれ式擁壁について弾塑性有限要素解析により、擁壁の変位を考慮して壁面土圧を求めようとするものである。解析には、モール・クーロンの破壊規準を塑性関数とする関連流れ則より導いた構成式を用い、壁体と裏込め土の不連続性をジョイント要素で考慮している。

2. 解析方法

2-1 解析モデル

図-1に解析モデルを示す。各要素は8接点アイソパラメトリック要素を用い、初期応力は等価接点力で与えた。解析モデルの左右の境界条件は、水平方向に固定、鉛直方向に可動とし、下端の境界は、水平、鉛直とも固定とした。また擁壁と裏込め土の不連続面は、Goodmanらによるジョイント要素を挿入することにより考慮した。



2-2 解析手法

図-1 解析モデル

固定境界

地盤を弾塑性体と考え弾塑性解析を行う。解析手法は接線コウ配法の直接増分法による。解析に用いた構成モデルを図-2に示す。この構成モデルは、モール・クーロンの破壊基準を降伏関数としたもので、式(1)で降伏関数が表われ、この降伏関数が塑性ポテンシャル関数の役割を果たすという関連流れ則を用いた。

$$f = q - d + p \tan \alpha = 0 \quad (1)$$

ここに、 $q = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ 、 $p = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$

$$d = C \cos \phi, \quad \tan \alpha = \sin \phi$$

C ; 粘着力、 ϕ ; 内部摩擦角、

σ_1 ; 最大主応力、 σ_3 ; 最小主応力

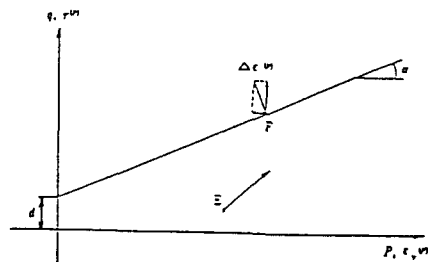


図-2 Mohr-Coulombの破壊規準による構成モデル

2-3 材料定数

解析に用いた材料定数を表-1に示す。また、表-2にジョイントの剛性を示す。

表-1 材料定数

定数	材料	裏込め土	基礎	コンクリート
単位体積重量 γ (tf/m ³)		1.80	1.80	2.30
内部摩擦角 ϕ (°)		35.0	35.0	35.0
弾性係数 E (tf/m ²)		4000.0	50000.0	2700000.0
ポアソン比 ν		0.30	0.20	0.15
粘着力 C (kg/cm ²)		0.0	0.0	0.0

表-2 ジョイント要素

不連続面	K_n	K_s
壁と裏込め	300000.0	3.0
壁と基礎	600000.0	300000.0

3. 解析結果と考察

解析では、より現実的な擁壁の変位形態を再現するものとして、壁高の中央より上方を受働側に、下方を主働側に同量だけ（壁の上下端で0.2mm毎に）壁を強制変位させた。図-3に土圧分布を示す。この図より、主働領域の方が広く、主働領域では小さい変位量で塑性平衡状態に落ち着くのに対して、受働領域で

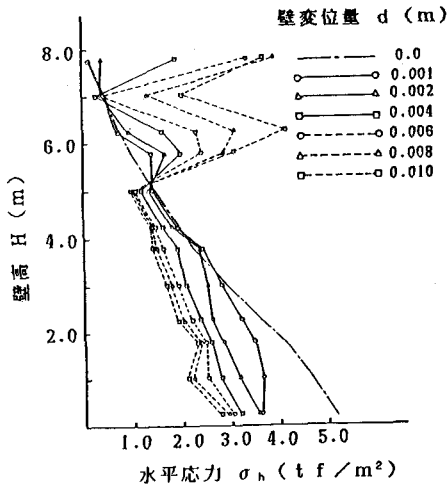


図-3 土圧分布

は塑性平衡状態に達しにくくその後も土圧の増加が続いている。その結果として、図-4のように土圧合力がある変位までは減少し、その後増加する。図-5は鉛直応力と水平応力の関係を示しているが、要素17から19は主働状態に近付き、要素20は受働状態へと移行していることがわかる。

《参考文献》 1) 右城猛：もたれ式擁壁の新しい設計法，第5回高知県土質工学研究会，1989年5月
2) J.T.Christian, et al "Incremental plasticity analys of frictional soils" International Journal for Numerical and Analytical Method in Geomechanics, Vol. 1, pp.343~345, 1977.

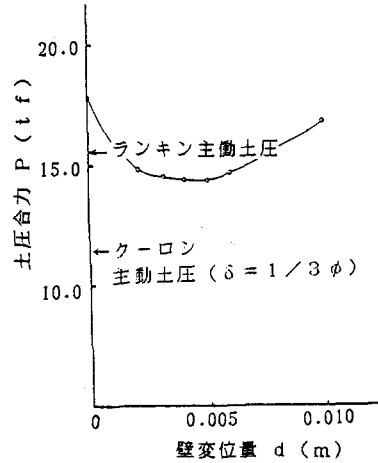


図-4 土圧合力と壁変位の関係

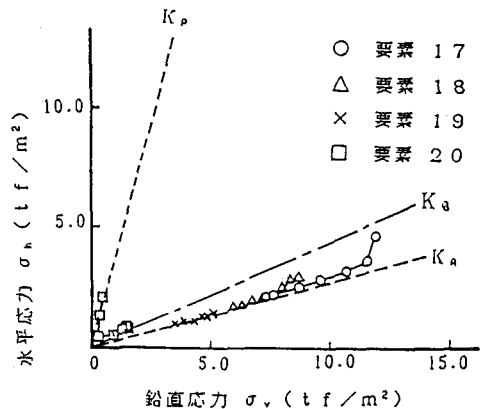


図-5 水平応力と鉛直応力