

岐阜県庁(元名工大学生)の河合成司, 名古屋工業大学 中井照夫
名古屋工業大学 松岡 元, 大林組(元名工院)木下義久

実際の地盤や土構造物では、不連続な境界面を有する場合が少なくない。ここでは、壁面と裏込め土の間の不連続性を表現するため、不連続面の摩擦特性を考慮したジョイント要素を導入し、従来より提案している滑動面に基づいた土の応力ひずみ関係式¹⁾を用いて、主動土圧問題の有限要素解析を行なった。さらに、壁体の変形様式が壁面土圧に及ぼす影響を考慮した解析も行ない、これらの解析結果が従来の剛塑性論による結果や経験的にいわれている土圧分布の傾向をよく説明できることを示した。

摩擦特性を考慮したジョイント要素

壁面と裏込め土の境界面の变形挙動は、境界面のせん断・垂直応力比(P_s/P_n)が最大摩擦係数 $\tan \delta$ (δ : 境界面の摩擦角)に達するまでは一体として変形するが、 P_s/P_n が $\tan \delta$ に達した後は $P_s/P_n = \tan \delta$ を維持しつつ、境界面でズレが生じると考えられる。ここで用いるジョイント要素は、Goodmanらの提案しているジョイント要素に、上述の摩擦特性を導入したものである。^{3), 4)}

壁面摩擦および壁体の変形様式を考慮した主動土圧問題の解析結果

解析に用いたモデル地盤は図-1に示す平面ひずみ条件下の地盤で、110個の四角形要素に分割している。また壁体と裏込め土の間の摩擦を考慮するためAB間に5個のジョイント要素を導入している。そして主動状態は壁体を左方へ強制変位させることにより発生させている。地盤の土質材料としてはやや密詰めの豊浦砂($\phi=40^\circ$)を想定し、地盤の初期応力は単位体積重量 $\gamma=1.58 \text{ t/m}^3$ と K_0 値(=0.5)より算定している。まず、図-2, 3は、壁面摩擦角 δ をそれぞれ 0° (滑らかな壁面)、 30° とした時の地盤内の安全率分布の解析結果を示している。(壁体の変形様式と変位量は図の上部に示す) 両図とも破壊領域($S.F. \leq 1.0$)や安全率の低い領域が壁体下部から地表面にまで達しているのが見られ、Coulombのすべり線に対応している。また $\delta=30^\circ$ では、すべり線に対応するこれらの領域が、右側に入り込むとともに、壁体に接した領域も破壊するようである。さて、図-4は $\delta=30^\circ$ の場合のジョイント要素の応力経路を示したものであるが、 $P_s/P_n = \tan \delta$ になった後は破壊線に沿って応力が減少してお

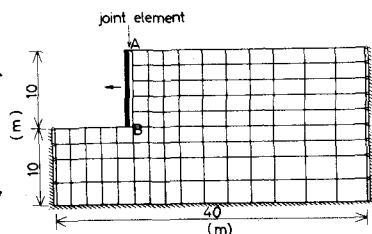


図-1. 解析に用いたモデル地盤

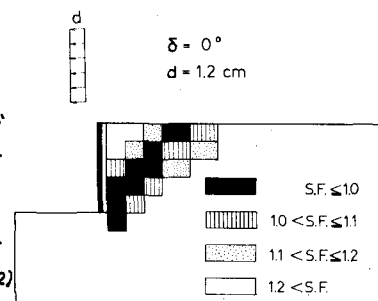


図-2. 地盤内の安全率分布の解析結果(滑らかな壁面: $\delta=0^\circ$)

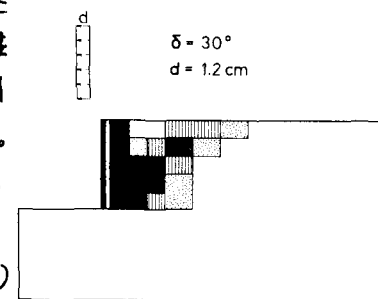


図-3. 地盤内の安全率分布の解析結果(粗い壁面: $\delta=30^\circ$)

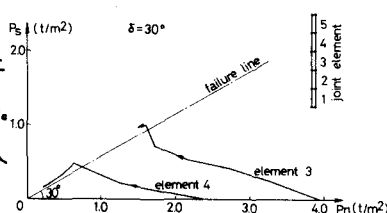


図-4. ジョイント要素の応力経路の解析結果($\delta=30^\circ$)

り、ここで用いたジョイント要素が前述の境界面の摩擦特性をよく表現しているのうかがわれる。図-5は、 $\delta = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ の場合の水平全土圧 P_x ~ 壁変位 d 関係の解析結果を示している。ここに縦軸は P_x を水平静止全土圧 P_{ox} で割って表示している。また図中には剛塑性論から得られる水平全土圧を一点鎖線で示している。変位の大きな所では剛塑性論による土圧よりも小さくなっているが、壁面摩擦 δ が大きくなるに従い、全土圧が小さくなる傾向をよく表現している。

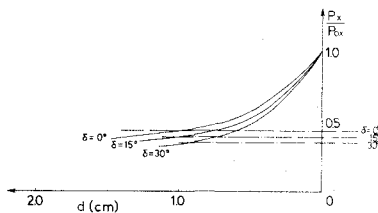


図-5. 壁面の水平全土圧と壁体の変位量の解析結果

$\delta = 0^\circ$
 $d = 16 \text{ cm}$

次に、壁体の変形様式が壁面土圧に及ぼす影響について検討する。前出の図-2と図-6, 7は $\delta = 0^\circ$ (滑らかな壁面) で壁体の変形様式を3種類に変化した時の安全率分布を示したものである。これらの図より、主動状態では壁面の変位を大きく与えた所から裏込め土の破壊が始まる事が推察される。図-8(a)~(c)は上述の3つの変形様式を与えた時の水平土圧分布の解析結果を示したものである。(壁体は $H = 10 \text{ m} \sim 20 \text{ m}$ の部分である。) 図中には静止土圧分布およびRankineの主動土圧分布も示している。一方、図-9(a)~(c)は一般によく言われている壁体の変形と土圧分布の傾向を示したものであるが、図-8の一連の解析結果はこれらの土圧分布の傾向と対応しており興味深い。

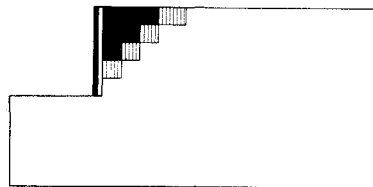


図-6. 地盤内の安全率分布の解析結果

$\delta = 0^\circ$
 $d = 0.96 \text{ cm}$

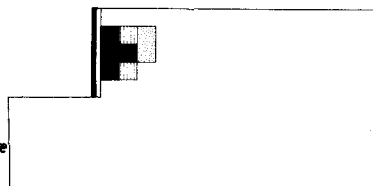
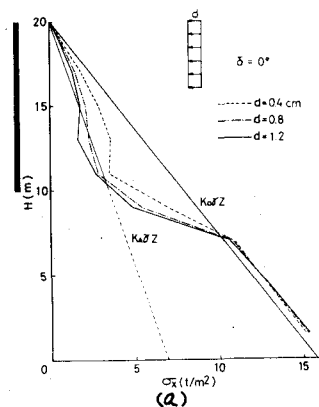
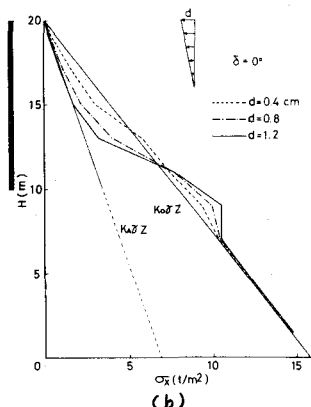


図-7. 地盤内の安全率分布の解析結果

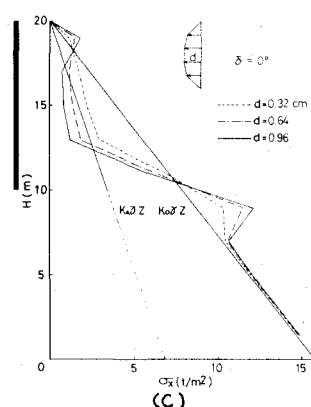
参考文献 1) 松岡・中井: 土木学会論文報告集 No. 266, 1977 2) Goodman, Taylor, Brekke: ASCE, SM 3, 1968 3) 中井・松岡・木下・河合: 第14回土質工学会, 1979 4) 中井・松岡・木下・河合: 名古屋大学報, 1979



(a)

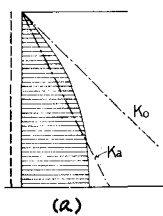


(b)

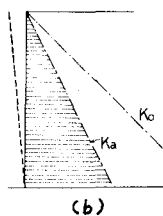


(c)

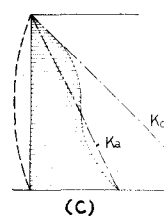
図-8. 壁面の水平土圧分布の解析結果



(a)



(b)



(c)

図-9. 壁体の変形様式と壁面土圧分布の傾向