

海岸崖侵食の亀裂伸展開析

茨城大学工学部 フェロー ○安原 一哉
 茨城大学工学部 正会員 村上 哲
 茨城大学工学部 菅野 康範
 茨城大学工学部 正会員 呉 智 深
 茨城大学工学部 正会員 金澤 浩明

1.はじめに 我国の崖海岸では侵食に伴って崩壊することがある。海岸崖は軟岩で構成されていることが多いが、岩盤力学の立場から崩壊メカニズムを追求した研究は少ない¹⁾。本研究では、定量的で客観的な評価手法である有限要素法を用いて侵食による海岸崖崩壊に関する数値解析を行い、その結果に基づく安定解析図表の作成を試みた。

2.亀裂伸展開析 ここで用いた亀裂伸展開析有限要素解析とは、“解析領域全体に自重を考慮し、引張側の最大主応力が引張強度を超えた時にクラックが発生する”という2軸主応力破壊法に基づいている。この解析ではクラックが発生した要素は材料的に十分な強度が保てないと仮定し、その要素を取り除いて、新たな領域で同様な計算を進めていくことがこの解析の特徴である。

3.室内試験による材料パラメータの決定 有限要素法(FEM)による亀裂伸展開析に必要な岩のパラメータは、圧縮強度、引張強度、変形係数、及び単位体積重量である。このうち、解析に必要な岩の力学的パラメータを一軸圧縮試験と圧裂引張試験によって求めた。図-1は一軸圧縮試験結果、図-2は圧裂引張試験の典型的な結果を示している。これから、圧縮、引張強度及び変形係数を求める。

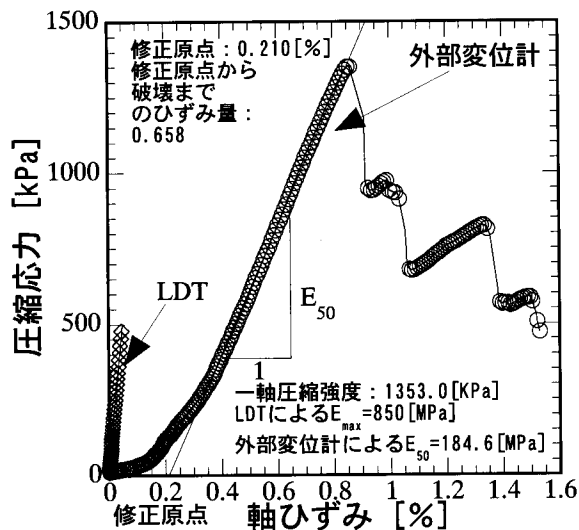


図-1 岩石の一軸圧縮試験結果

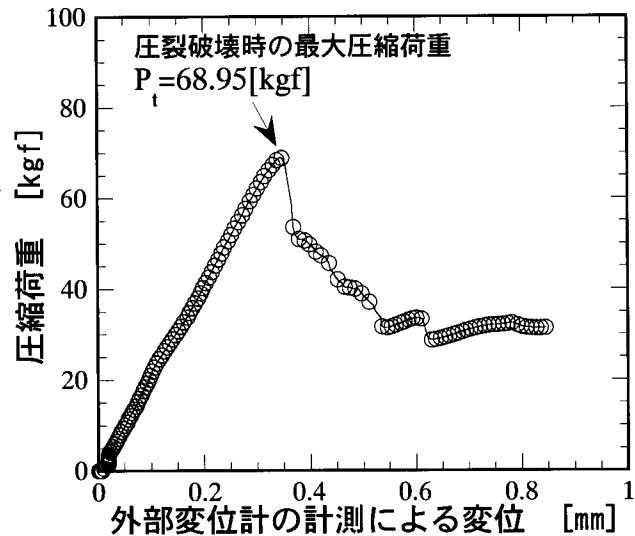
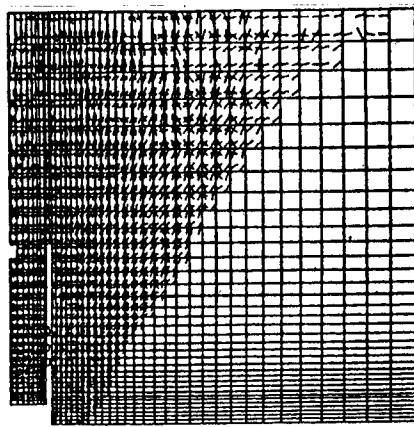


図-2 岩石の圧裂引張試験結果

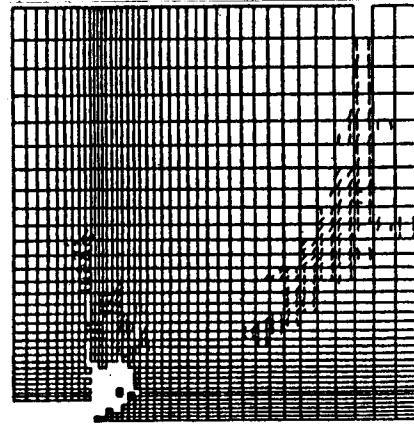
4.亀裂伸展開析の数値シミュレーションによる海岸崖侵食危険度評価 崩壊の危険度を評価するための指標とした安全率は、 $F_s = Q / Q_a$ (与えられた条件下での値) / Q_a (許容しうる値) …(1) によって定義されている。なお、以下の(2)については与えられた条件下での崖侵食支配パラメータの値が大きくなればなるほど危険度が高くなるので、この危険度の逆数を安全率とした。FEMを用いて得られた崖侵食に伴う海岸崖崩壊の典型的な様子を図-3a, bに示している。ノッチの深さが大きくなるほど亀裂の伸展が大きくなる様子がわか

Keyword: 海岸崖侵食、泥岩、一軸圧縮強度、圧裂引張強度、FEM 解析

連絡先: 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 TEL 0294-38-5166 FAX 0294-38-5268



(a)ノッチ深さ 2m



(b)ノッチ深さ 4m

図-3 海岸崖侵食の FEM 解析結果

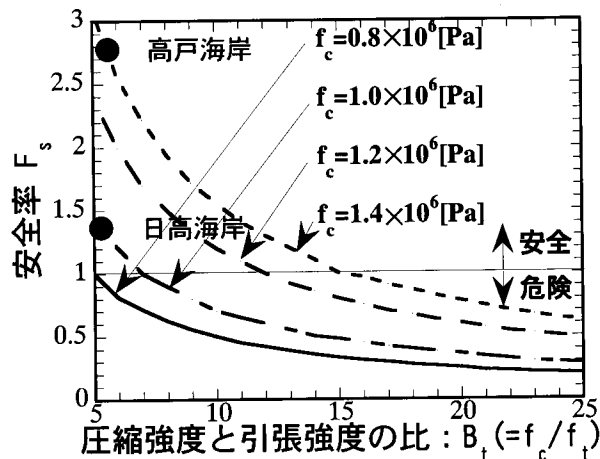


図-4 安全率～圧縮・引張強度比関係

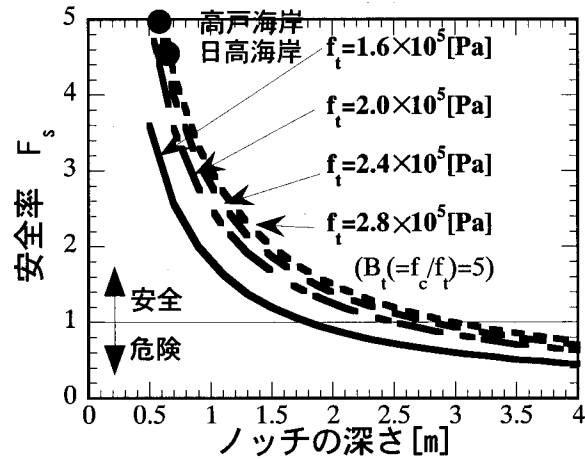


図-5 安全率～ノッチ深さ関係

る FEM 解析結果に基づいた崖崩壊安全率に及ぼす主要因を検討した計算結果から図-4 と図-5 のようなチャートで得られる。これから以下のようなことがわかる。(1)圧縮強度 f_c 、引張強度 f_t の影響；解析の結果を示した図-4 より、(i)圧縮強度と引張強度の比 $B_t (=f_c/f_t)$ の値が大きい、つまり引張強度が小さいほど海岸崖侵食危険度が高い、(ii)したがって、引張強度が小さいほど大規模な海岸崖崩落が発生し易い。(2)崖基部に存在するノッチ深さの影響；図-5 から、(i)ノッチが深いほど海岸崖侵食危険度が高い、(ii)図-3 と併せて考えると、ノッチが発達した崖 (図-3b) では、潜在的な破壊面が存在することが理解できる。また、結果を図示していないが、①崖の高さが高いほど、及び崖勾配が大きいほど、大規模な海岸崖崩壊の危険度が高いこと、②垂直な崖には明確な引張り破壊面が存在する(図-3 参照)こともわかった。なお、図-4、5 を得るために仮定した崖の勾配は、実際に茨城県北部海岸で確認できた値 (89°) である。図-4、5 より、茨城県北部海岸のうち、例えば日高海岸は強度の立場から崩壊の危険性が心配されるが、崖の高さが低いので、総合的に見ると安全であると結論できる。

5.まとめ 解析結果より以下の知見が得られた。

(i)崖侵食に伴う崖崩壊は引張強度に支配される。したがって、その破壊形態は引張り靱性による破壊モードである。(ii)海岸崖の高さ、勾配、及びノッチの深さが大きいほど、大規模な崖崩壊危険度が高い。(iii)亀裂伸展解析は、これらの破壊モードを予測することができる。

〈引用・参考文献〉1)土木学会「大規模岩盤崩壊に関する技術検討委員会」：大規模岩盤崩壊に関する技術検討委員会報告書、土木学会、p.2、1997。2)Sunamura, T. : Geomorphology of Rocky Coasts, John Wiley & Sons Co. Ltd, pp.54-57、1992。