

擁壁裏込め土の安定解析に関する一考察

名古屋大学工学部 正員 川本勝凡

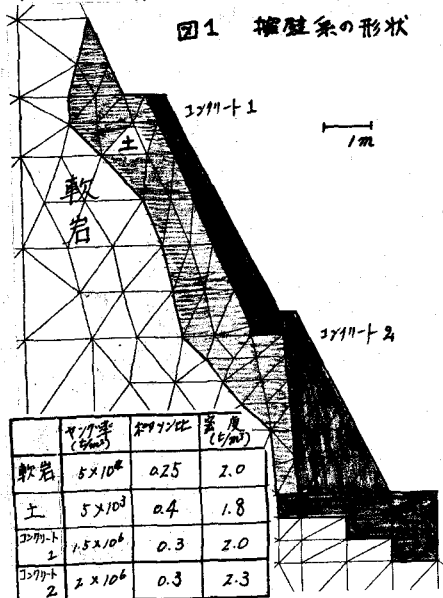
名古屋大学工学部 正員 〇 富樫 豊

Ⅱ.序 擁壁とその裏込め土が簡単な幾何形状と均質性を有する場合、クーロンの土圧理論により擁壁系の安定性が比較的合理的に検討される。しかし、自然斜面を補修するための擁壁の系において、自然斜面の月状性、節理等の初期的な非均質さ、裏込め土と自然斜面の境界不連続面としての巨視的非均質さがあるため、クーロン流のスベリ線が規定されえず、また長期にあたる非均質さの変動は、クーロンのスベリ線では表現されえない。著者らは、そのような非均質性を、連続体力学的な厳密な表現によらずしかも本質をそこなうことのない程度の簡潔さで解析的に表現することを目的として、ここでは、目的遂行の第一段階として、一部崩壊した軟岩の自然斜面を擁壁と裏込め土により補修した系において、崩壊の現象を把握するために有限要素線形応力解析を実行する。また長期の安定性の検討に対し、振動系を考える解析の方法を提案する。

Ⅱ.多段階のクーロン土圧理論 図1に示される擁壁系にクーロン理論を適用する。擁壁系のスベリは軟岩と裏込め土との境界で卓越して誘発されると考えられるから、スベリの領域を裏込め土に集約させるように数多くのスベリ線を仮定する。今の場合、擁壁が上段と下段の二つの部分から成っていると、系を二つに分割する。この分割系に対してクーロン理論を用いるが、分割系の組合せとして、下段系に対し上段系の存在を水平及び鉛直の上載荷重により表現する。

Ⅲ.有限要素解析 多段階のクーロン理論では、崩壊モードが非連続の二つのモードに分けられているため、連続モードは表現されえない。そのため、連続モード下の実際の崩壊に対し、クーロン理論は、危険側になることも考えられる。この節では、土と壁、壁と軟岩等の境界を密着として有限要素法による系全体の自重に対する応力解析を実行する。ただし、あらかじめ与える崩壊モードの作成

図1 擁壁系の形状



として、崩壊に関する軟岩域の関与を軟岩自重の有無で表現する ($\gamma \neq 0$ をケース1, $\gamma = 0$ をケース2)。解析の結果、変形は図2で示される。系全体では、ケース2よりケース1において大きな変形がみられる。ケース1については水平方向谷側にはらみ出し、ケース2では単に沈下する傾向にある。従って擁壁は、ケース1の場合山側に倒れるように、ケース2では多少回転ぎみに、共に剛体のように変形する。この変形の方法を把握するため、水平方向の変位が零となる位置(不動点)を探る。ケース1では、軟岩の自重が擁壁の領域に流れるため不動点はないが、ケース2では軟岩域が安定であるとして軟岩自重を無視しているので、裏込め土と擁壁が軟岩なる広がりをもつ弾性支承に囲まれることにより、不動点は壁体近くに存在する。不動点位置により崩壊のモードが規定

されるところから、今の場合、軟岩域をも含めたモードと壁体通過のモードとが基本モードとなり、さらに後者のモードが前節のように二つのモードに分けられる。現実の崩壊は、これらの基本モードの集合で表せられると思われる。さて、応力については、図3において圧縮を正とした最大主応力分布を描く。ケース1において軟岩自重が壁体域に入ぶため、上段の擁壁に非常に大きな力が作用する。そのため、下段の擁壁はその背後の裏込め土の自重よりも上段の擁壁をささえるように設計されるべきであろう。これに対しケース2では、規定された崩壊モードが局所的であり、壁体作用力がケース1に比べて小さいので、上段擁壁には裏込め土を押える機能を持たせれば十分である。

4. 長期安定の考え

長期間にあたる安定性の検討において、陽に時間を評価して諸外乱に対し解析を実行する方法は非現実的である。また単なる安全率では、諸外乱に対する応答の非定常性は十分に表現されえないと思われる。そこで、時間に関する材料の変質が緩慢であり、しかも諸外乱の非定常性が地震動を除いて弱いと考えられるから、非定常性の準静的な置換を振動項を介して次のようにする。すなわち、非定常性を初期応力状態と似た型の分布を発生分布にもつ適当な大きさの集中力($C\delta(t)$)として表現する。すると力のつりあいは、集中力を復元力行列に封じこめて、 $\vec{u}$ を変位作用子として

$$\vec{u}^T(D + C\delta(t))\vec{u} = \vec{f}$$

と表される。ここに $\vec{f}$ は付随力、 D は復元力行列、 $\vec{u}$ は変形である。上式の繰返し計算により、非線形性を有する一般系において、安定・不安定域がきまる。

5. おわりに

擁壁系の安定性をクーロン理論とFEMにより検討した。その結果、崩壊モードが指定され、上段擁壁の機能が明らかにされた。今後はNOTENSION弾塑性解析が必要である。

謝辞： 有数の助言をいただいた市原敬雄、松沢助敬、中村功典に、またデータ作成・整理に協力された加藤、元塚、松本の名代に感謝します。

6. 参考文献

1) 日本道路建設「地盤工学における解析法の開発」第11回工事学会全国大会1996。

図2 擁壁後の変形

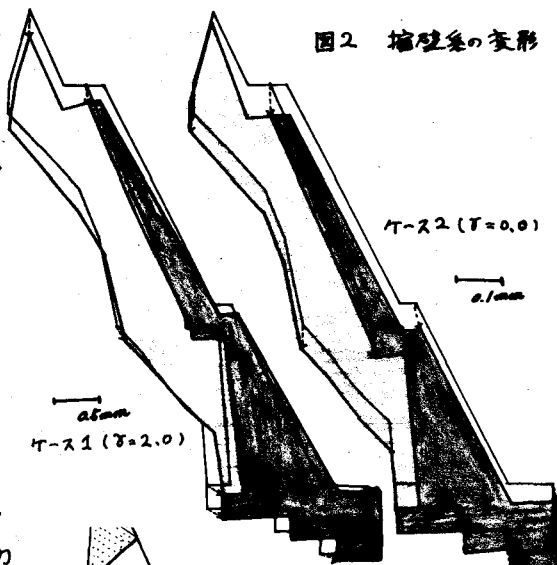


図3 擁壁系の応力

