

(Ⅲ－27)

斜面保護工による地震時の補強効果

武蔵工業大学工学部土木工学科 ○橋本 理

日建設計中瀬土質研究所 斎藤邦夫

日建設計中瀬土質研究所 片上典久

1. まえがき

わが国の道路、鉄道等の建設では山岳地が多いがため、余儀なく切土・盛土工事を伴う。この種の工事では、交通に支障をきたすことのないよう十分な安全性を確保することが重要である。

盛土、切土等の斜面崩壊の主要な原因が雨にあることが、これまでの研究において明らかにされている。そのため斜面には、雨水の浸透を防ぐ効果のある保護工が行われている。しかしながら、斜面の崩壊は雨に起因するだけでなく、地震によることも十分考えられる。その際、いわゆる保護工が地震時においても十分な効果を有するか否かについては疑問の余地がある。

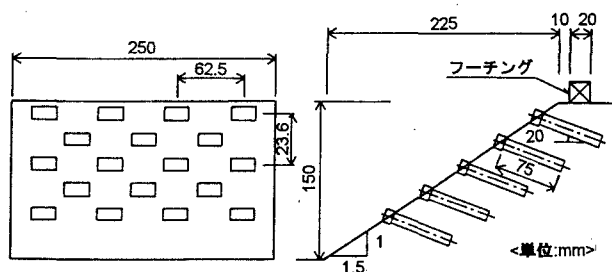
本研究は、斜面に挿入された太径のコラム体による保護工が地震時の斜面の安定性にどの程度寄与するか調べるため、遠心加速度場で斜面肩の支持力実験を行い、その効果を検討した。なお地震力は、震度法に基づき水平力を地盤に与えることで再現した。

2. 実験条件

対象とした斜面は砂で作成した高さ6mに相当し、斜面勾配は1:1.5である。また、保護工として用いたコラム体は、実寸法が直径40cm×長さ3mのモルタル製であり、その芯材には直径12cmのFRPロッドが用いられている。

この地盤を1/40に縮小し40Gの遠心加速度場で載荷実験を行った。なお、コラム体については直径10mm長さ75mmで、その芯材は実物と同種で直径3mmのものを使用してモデル化した。地盤の形状並びにコラム体の設置位置を図－1に示す。

模型地盤に用いた試料は気乾状態の豊浦砂であり、三軸CD試験で求めた相対密度97%のせん断抵抗角は $\phi=42^\circ$ である。



図－1 地盤の形状及びコラム体の設置位置

3. 実験方法

模型地盤は、多重ふるいによる空中落下法により作成した。コラム体の設置は、砂の堆積に合わせて段階的に行った。その際、模型地盤を不必要に乱さないように留意した。

実験は、模型砂斜面に水平分力を発生させるために、試料容器を予め傾斜させておき、40Gの遠心加速度場で基礎幅 $B=2\text{cm}$ のフーチングを斜面肩から1cmの位置に載荷した。なお、載荷は荷重制御で 20kgf/min である。

実験中、フーチングに作用した荷重並びに変位を1秒間隔で測定するとともに載荷中の模型斜面の変形状況を写真撮影した。

今回実施した実験は、3種類の水平震度の下で保護工の有無によりその保護効果がどの程度発揮するかを比較検討した。実験ケースは、表－1にまとめて示す。

表－1 実験ケース一覧

保護工	水平震度 (k h)
無補強	0
	0.035
	0.070
	0.105
コラム体補強	0
	0.035
	0.070
水平地盤	0

4. 実験結果

実験の結果は、荷重－沈下関係をまとめて図－2に示す。

無補強地盤の場合には、水平震度が増加するとともに支持力は低下する。 $k_h=0.07$ では $k_h=0$ と比較すると

45%の低下が認められた。一方、コラム体を設置した場合には、水平震度が増加するとともに増加する傾向にあり、 $k_h=0.07$ では $k_h=0$ と比較すると15%増加している。

水平地盤における支持力を基準にとり、補強の有無における水平震度の支持力に及ぼす影響を調べるために整理したのが図-3である。縦軸は、荷重強度 q を基礎幅 B と単位体積重量 γ で除して無次元表示しており、 $N\gamma_{no}$ は無補強斜面における斜面肩の支持力係数である。同様に、 $N\gamma_{co}$ はコラム体で補強した斜面での斜面肩の支持力係数である。

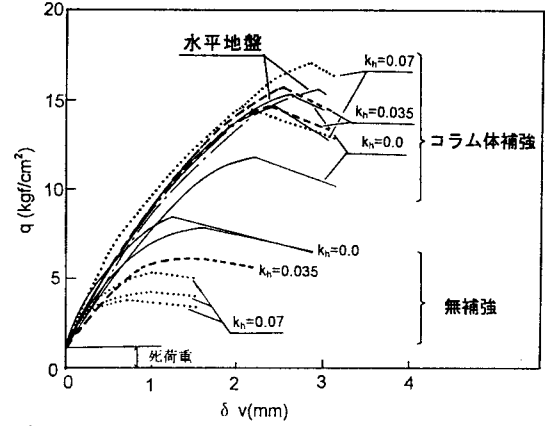


図-2 荷重-沈下関係

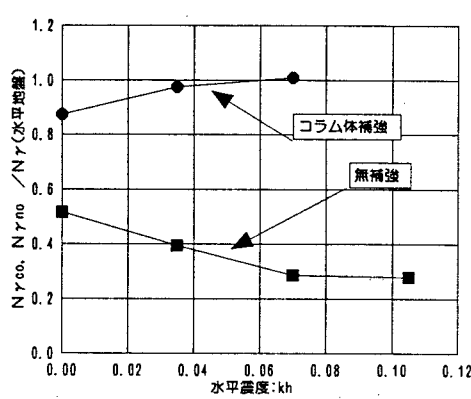


図-3 水平地盤に対する支持力係数の割合

同図より無補強斜面では、 $k_h=0.07$ で水平地盤の支持力の約30%であるのに対し、コラム体を設置した場合には、 $k_h=0.07$ で水平地盤にほぼ等しい支持力係数を示す。

水平震度が0.07(傾斜角度 4°)の時の写真撮影の結果から推定される滑り線の位置を図-4に示す。滑り線に着目すると、無補強の斜面では全ての場合において斜面側に滑るのが観測された。一方、コラム体で補強した斜面では、水平震度を作用させた全ての場合滑り線はいずれも斜面と反対側に、かつ最上段に設置したコラム体に沿って発生している。

これらの結果を総合すると、コラム体を設置した場合、コラム体が土塊の斜面側への変形を拘束していることが、このような現象をもたらすものと考えられる。すなわち図-4に示すごとく、地盤内で主応力方向が斜面に平行するような場合の滑りは水平地盤のそれに比べて小さいが、破壊が最大主応力方向にカウンターするように発生するため水平地盤と同程度の支持力が得られるものと推察できる。

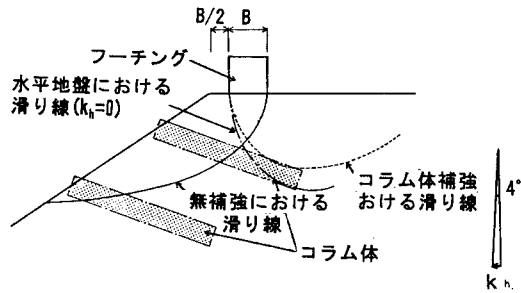


図-4 滑り線形状の比較

5. まとめ

本研究実験では、コラム体を設置することにより、斜面への変形が拘束され、この結果において地震時に支持力が増加することが推察された。ただし、このことは斜面の補強に用いたコラム体直上付近に於ける載荷条件であったためにこのような結果になった。コラム体による斜面補強効果については、さらに載荷位置、幅並びにコラム体の曲げ剛性等をパラメーターにして検討することが必要である。

今後、これらの点に着目して同様の研究を行う予定である。

参考文献: Terashi, M et al, Bearing capacity of a foundation protected slopes, Proc. Centrifuge 94, 1994