

Ⅱ-4 真砂土斜面の災害予測について

広島大学 正員 桐子寿夫
学生員 〇井上洋行

1. まえがき

前日本各地には、いわゆるマイエー風化花崗岩が広く存在しているが、このマイエー帯に属して、豪雨時に斜面崩壊を伴うことはよく知られている。広島県呉市に於いて昭和42年7月に集中豪雨による、これまで最大被害を受けた、芦原町では、これを契機として、マイエー斜面の崩壊について、種々の研究が続け、その結果を先に一部報告した。これらより研究では、真砂土斜面の崩壊は、主として2つの手段で予測出来ようであることが明らかになった。一つは限界降雨量曲線という考えで、もう一つは限界風化層厚なるものである。前者は、先の報告でも述べてあるが、斜面崩壊の予兆は必ずしも降雨量又は、降雨強度だけでは判断できないので災害発生に先行する事前の降雨量と降雨強度の関係を、斜面崩壊を予測しようとするものがあり、その結果得られる曲線を限界降雨量曲線と称している。また後者の限界風化層厚というのは、先に述べた呉市の斜面崩壊について斜面勾配と、風化層厚の関係を整理して表わしたもので図-1に示してある。

この図は呉市災害調査報告に 表わした崩壊斜面の内、自然斜面について斜面勾配と風化層厚の関係を示したものである。その代表値と最大斜面として理論計算値が非常によく近似を示していることがわかるであろう。このことから斜面勾配と崩壊層厚の間には非常に強い相関関係があり、或る勾配に対して数層の風化層の厚さがある一定値に達すると、斜面崩壊が起こる可能性が生じると考えられる。これより得られる各斜面勾配に対する風化層の厚さを限界風化層厚と称している。今回はこれを、
また、広島市周辺、呉市周辺、島根県和歌町の限界降雨量曲線に、新たに大甲山系、福岡市周辺、大分県臼杵山系について調査し、これらに限界降雨量曲線を求めた。また限界降雨量曲線、特に降雨量の土質力学の意味を明らかにするために、物理実験について述べる。

2. 限界降雨量曲線について

これより、広島市周辺、呉市、島根県和歌町の限界降雨量曲線について報告したが、本新聞ではこれらに加えて、神戸(大甲山系)、福岡市周辺、大分県臼杵山系についてこの調査結果を報告する。これらの地域について先づ報告が述べられているものと同一手法で、調査結果を整理し、図-2、3、4のように前と全く同様の結果が得られた。また今回は図の中心に示すように、災害発生に至る降雨量の経過を示す点の軌跡を描いた。これによると図中の点が無災害で災害発生に至るまでにこの限界軌跡を描くことがわかる

図-1
42.7 豪雨による呉市災害

V-1 (自然斜面の表々崩壊)型 斜面崩壊

(観測 160 件中枯死土の割合を除く)

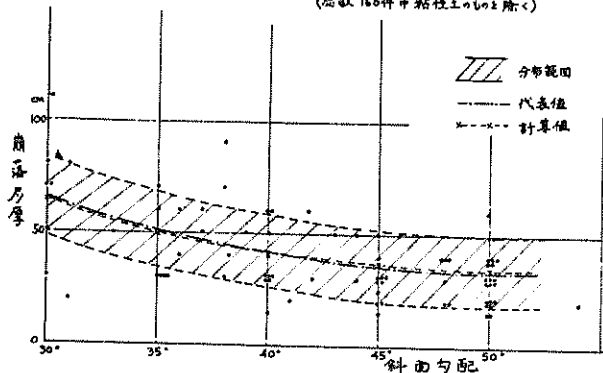
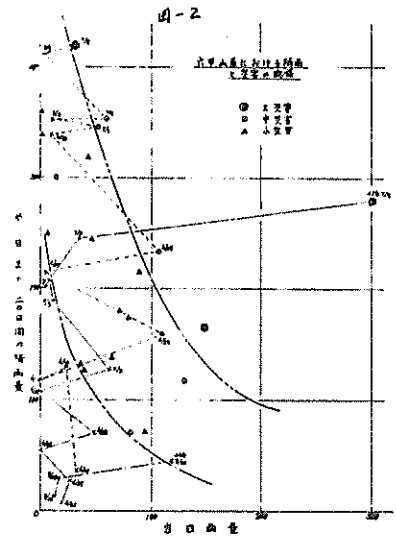


図-2



であらう。この限界降雨量曲線を exponential curve に近似し、これを模倣で表わすと、次の様になる。

六甲山系

$$y = -14.6 \log x + 282.1$$

福岡市周辺

$$y = -19.1 \log x + 487.3$$

大府佐納山系

$$y = 22.8 \log x + 608.7$$

3. 自然斜面の含水量変化の測定

降雨があれば、斜面内の含水量の状態が変化することは明らかであるがこの関係も適確に把握することは、斜面崩壊の予測にとって重要なことである。また前述の限界降雨量曲線は測定による経験的なものであり、土質力学的には現在のところ意味は明らかではない。したがって、これを工質力学的に説明するため、この様な測定から得た結果を得ようとしたものである。測定方法は先に詳しく報告してある抵抗式含水量測定装置を用いることにした。測定した場所は、福岡市已斐町の自然斜面に深さを分えて4つの電極をセットした。この測定から得られた含水量は長期間の測定中に実測含水量と誤差を生じてくるので中途で何回かチェックボーリングによって修正した。この含水量の絶対値そのものは若干精度の良いものではないが、含水量の変化の傾向は充分意味のあるものである。長期間の測定曲線の中から次の2つのケースについてその結果を示す。

(1) 図-5は晴天融雪の期間中に続いた降雨による、乙斜面内の含水量がどのように減少して行くかを示したものである。これによると深さによってこの減少の速度は異なる様であるが、ほぼ20日前後で一一定値に減衰するように思われる。またこの減少過程は半対数日盛びほぼ直線となり次の式で表わされる

10.1 (深さ 40 cm) $y = -3.63 \log x + 32.3$

10.2 (深さ 80 cm) $y = -1.20 \log x + 27.7$

10.3 (深さ 145 cm) $y = -14.7 \log x + 24.7$

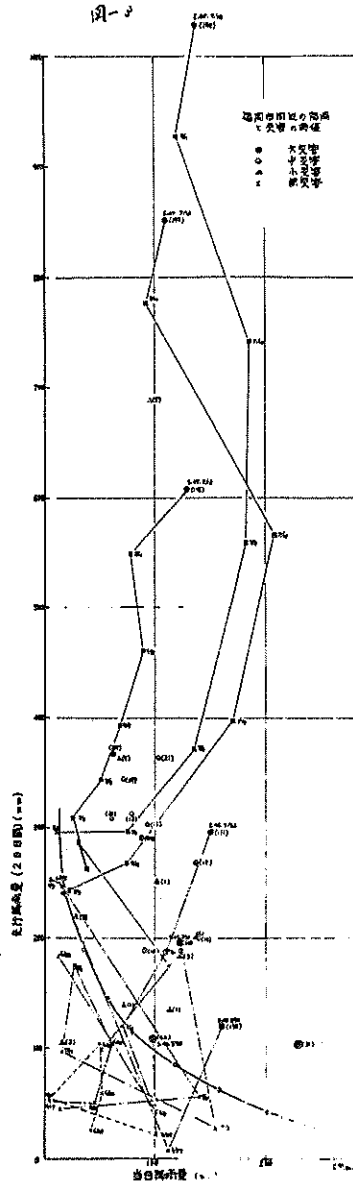
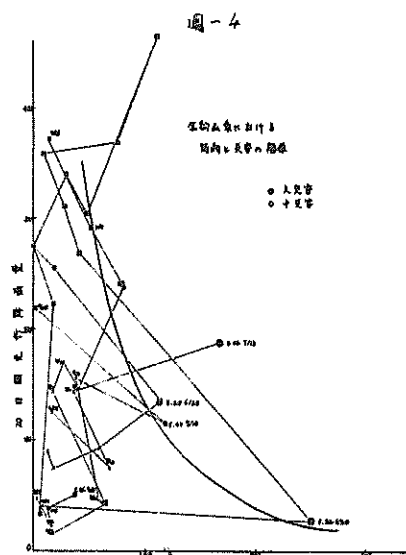
(2) 次に比較的降雨の少ない時において、集中的な降雨がある場合含水量の変化が次の図-6である。これも(1)と同様に exponential curve に近似でき次の式となる。

10.1 (深さ 40 cm) $y = -3.65 \log x + 23.1$

10.2 (深さ 80 cm) $y = -6.24 \log x + 19.9$

10.3 (深さ 145 cm) $y = -11.9 \log x + 17.7$

これらの事から、前述の限界降雨量曲線を描く際の先行降雨量期間が15日〜20日間必要であるというこの斜面内の含水量の減衰に要する時間と関係があるように思われる。



4. マイエ自然斜面の安定について

これまでの試験より、比較的風化層の厚い場合の円弧すべり解析法によれば、崩壊が発生した場合でも、安全率が1.0よりかなり大きいことがある。この解析はいくつかあるが、

リマサエのような砂質土砂面の安定解析とごくわずかに異なる見掛けの粘着が重要な役割を果す。この値が飽和度が増加するにつれて、急激に減少するというのが原因であるとする解析がある。これについては粘着力と飽和度の関係を先に報告した。

2) もう一つの見方としてすべり面の各部分によって破壊時応力条件が異なるといえることから、三軸圧縮試験のみによつて得られた強度定数によって解析することも疑問とする考え方がある。今回はマイエの三軸圧縮試験において、通常の compression test と他にこれと同じ試料について elongation test を行った。この結果を図-7 に trend line の応力経路図を使って示した。この結果 compression test で求めた強度定数と、elongation test で求めた強度定数の差は、かなり大きくて、斜面安定解析上無視し得ないことがわかった。マイエ斜面崩壊の解析にはこのような試験方法を適用すべきではないかと思われるので、次の機会に実際に崩壊が発生した斜面についてこの方法を用いた解析結果について報告するつもりである。

5. まとめ

先に報告した広島市、呉市、島根県松江市について神戸市、福岡市、大阪市など各地のマイエ地帯について災害発生限界線兩重曲線を示した。この限界線兩重曲線は半経験的に求められたものであるが、現場の地中含水比変化の長期測定によってこれに地盤工質力学的意味づけをすることが出来た。

今後これら含水比変化について理論的にも作業をすすめる必要があろう。また斜面安定解析上無視し得ない粘着力と飽和度の関係、すべり面の各部分によって破壊時応力条件が異なることを考慮した試験によって強度定数を定めるべきことを指摘した。

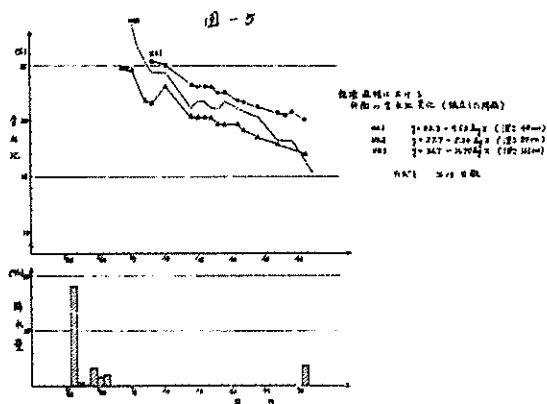


図-5

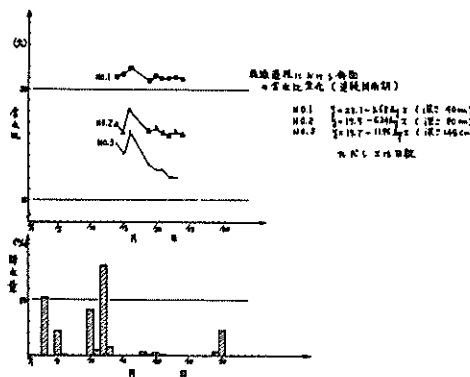


図-6

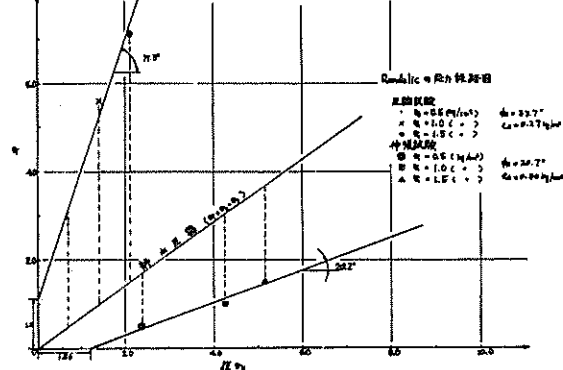


図-7