

岡山大学工学部

正会員 河野伊一郎

岡山大学工学部

正会員 西垣 誠

岡山大学工学部

正会員 〇難波 勲

1. まえがき

雨水が地盤に浸透する過程は良く知られているように、まず wetting front が降下し不透水層に到達したのち、徐々に地盤内水位が上昇する。その間、土の単位体積重量が増大し、せん断抵抗力が低減し、さらに浸透力が作用する。そのために力学的なつりあいがくずれて崩壊に至る。このように、斜面や盛土地盤の安定性を考える場合、雨水浸透の影響を無視することは極めて危険であると思われる。そこで、本研究では雨水浸透を考慮した盛土地盤の安定解析の例として、岡山県中部に建設予定である、新岡山空港の高盛土を対象として、応力-変形解析を行ない、求められた変形量と塑性領域から、その安定性について検討した。

2. 解析手順

浸透流が存在するような場所では、土中水がその移動に伴って土粒子に作用する力が存在する。この力は一般に浸透力あるいは浸透水圧と呼ばれており、動水勾配に比例した物体力 ($j=i \cdot \gamma_w$) として表わされている。ここでは、有限要素に作用する浸透力を間げき水圧差として算定し、さらにこの間げき水圧を用いることによって、有効応力解析として、応力-変形解析に適用する。

図-1 に示すように、浸透流解析で求められた圧力水頭より、要素内部に作用している間げき水圧は次式のように表わすことができる。

$$u_3 = \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} \gamma_w \cos \alpha + \frac{\psi_2 + \psi_3}{2} \gamma_w \cos \beta + \frac{\psi_3 + \psi_1}{2} \gamma_w \cos \gamma \quad \dots (1)$$

$$u_1 = \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} \gamma_w \sin \alpha + \frac{\psi_2 + \psi_3}{2} \gamma_w \sin \beta + \frac{\psi_3 + \psi_1}{2} \gamma_w \sin \gamma \quad \dots (2)$$

すなわち、有効応力を $(\sigma_1 - u_1)$, $(\sigma_3 - u_3)$ として図-2 に示すように、モール・クーロンの破壊線に接するときの最大有効応力 $(\sigma_1 - u_1)_f$ を求めることにより、

$$\left. \begin{aligned} (\sigma_1 - u_1) < (\sigma_1 - u_1)_f &: \text{弾性領域} \\ (\sigma_1 - u_1) \geq (\sigma_1 - u_1)_f &: \text{塑性領域} \end{aligned} \right\} \quad \dots (3)$$

として弾性領域、塑性領域の判別を行なう。さらに、塑性領域に入った場合は、修正弾性係数¹⁾の概念を適用し、また、ポアソン比に対しても修正を行ない、塑性域のポアソン比を修正して値を与える。

次に問題となるのは、浸透に伴って土の含水比は変化し、さらに浸透が進行し飽和状態に至ると浮力が作用する。しかし、圧力差として浸透力を考える場合、この浮力の項はすでに含まれている。また、この浸透に伴う土の単位体積重量の変化を、

$$\gamma = \gamma_d (1 + w) \quad \dots (4)$$

γ_d : 土の乾燥単位体積重量, w : 含水比

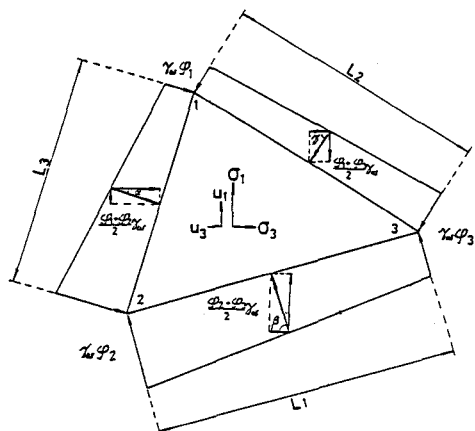


図-1 節点圧力水頭と間げき圧の関係

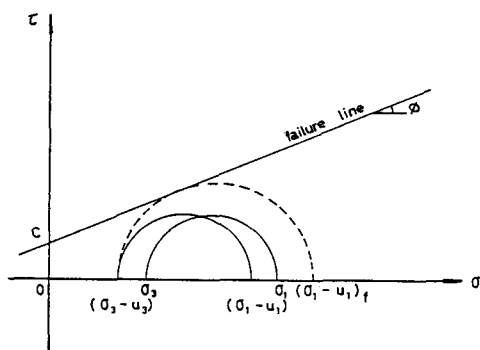


図-2 モール・クーロンの破壊基準

のように置く必要がある。

3. 解析例とその結果

解析に用いたデータとしては、降雨強度 40mm/h 、降雨時間 $30(\text{h})$ とし、また、図-4 には、各層別の不飽和特性を示した。なお、各種物理定数は、紙面の関係で割愛した。図-5 には、各時間における水平・鉛直方向の変位量を、降雨強度 20mm/h 、降雨時間 $60(\text{h})$ と比較の意味で解析を行なった。また図-6 には、30 時間後の降雨強度 40mm/h における塑性領域の拡がりを示している。これから解るように、塑性領域は、斜面上部から中腹部にかけて拡がっており、また、接点変位に関しても、降雨強度が 20mm/h において、約40時間後にその変位量が急激に増大している。これらのことから、この条件下においては、盛土は危険であると判断すべきであろう。しかしながら、実際的に、法面部（第6層）はロックであり非常に透水性が良いため、法尻部に地下水面が高くなったが、これは、排水工を充分に行うことで解決できるであろう。施工を行っていくうえで、特に法面部の変位量の測定を行うことができるならば、観測修正法と併用すれば事前に安定かどうかを判断することができ、さらにその安全対策を行うことができる。

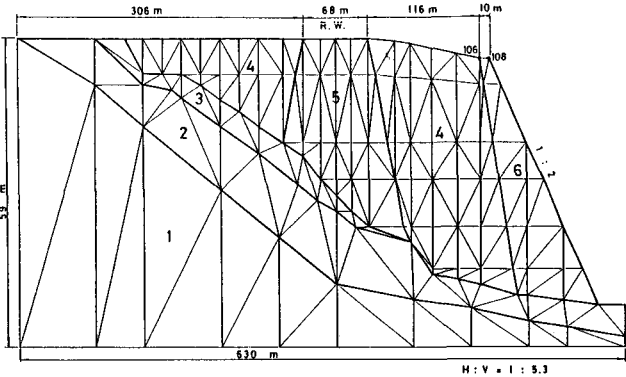


図-3 標準断面の要素分割図と材質番号

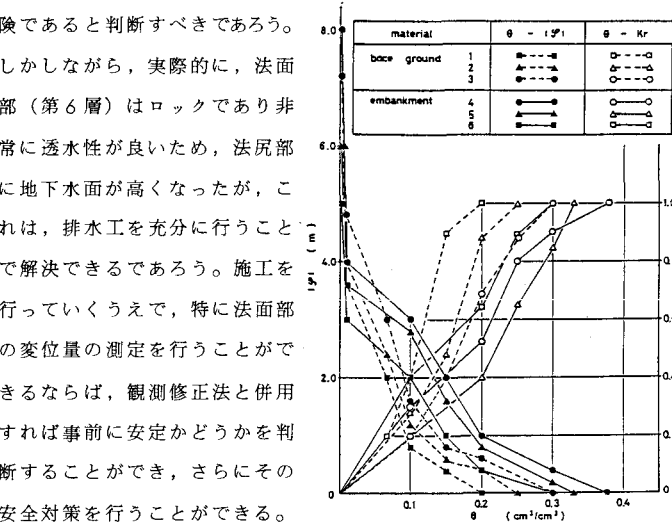


図-4 不飽和特性

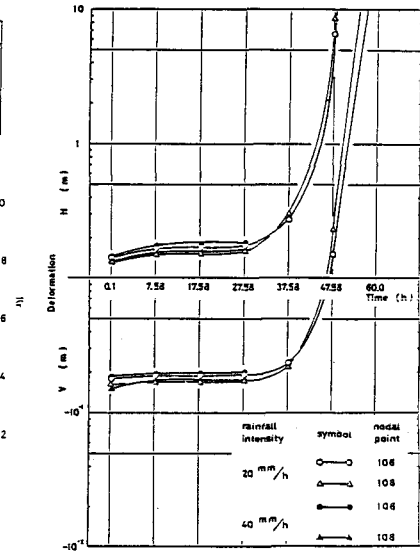


図-5 水平・鉛直変位

4. あとがき

本文では、時間に沿った塑性領域の拡がり、および浸透流を考慮しなかった場合の比較を記すことができなかった。しかし、浸透流を考慮しない場合は、考慮する場合に比べ、塑性領域の拡がりも少なく、また、浸透流を考慮することにより、さらに危険側を算定できるという結果を得た。しかし、強度定数は、飽和-不飽和域を問わず常に一定値を与えている。近年、不飽和の強度定数について研究されているが、これらを考慮すればより実際の解析ができると思われる。

(参考文献)

1) 河野伊一郎・藤井康男・吉川昌弘: まさ土による高盛土の安

定に関する一考察, 土木学会第34回年次学術講演会講演概要集第Ⅲ部門, P220~221, 1982. 5

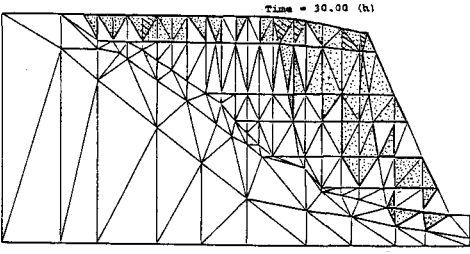


図-6 塑性領域 Time=30.0 (h)