

Ⅲ-169

粗粒材料の圧縮沈下特性と砂分含有率について

御大林組技術研究所 正員 ○日笠山徹巳

同上 正員 西林清茂

1. まえがき

岩砕や礫などを主体とした粗粒材料は、宅地造成、道路を始めロックフィルダム材、護岸材、河川の堤体材などの他に最近では、大規模人工島における埋立材や種々の土地造成の盛立材として広範囲に及んで利用されている。粗粒材料を用いて地盤を造成する場合、問題となるのは、粒径の大きな粗粒分主体の岩砕で片押しなどの盛立方式を採用した時に緩い地盤となり、構造物構築の際荷重で沈下したり、降雨浸透によって細粒分が流出し、結果的に陥没や沈下その他の悪影響を引起こすことである。この原因は、施工時の締固め不足が挙げられることは当然としても、粒径の大きな粗粒分が主体である時の間隙が空隙として残り、圧縮性や透水性に問題を残す。したがって、粗粒分の空隙を細粒分で充分充填し、密な構造とし圧縮性、透水性の改善を行うことが効果であることも経験的に知られている。そこで、前回の報告¹⁾では細粒分として砂分(0~2mm)を対象にし、粗粒分と細粒分の混合比が粗粒材料の締固め特性や骨格構造に及ぼす影響について明らかにしてきた。今回の報告は、粗粒材料の気中および水中における静的圧縮特性に及ぼす砂分含有率の影響を鋼製モールドとジャッキを用いた静的圧縮試験の結果から検討するとともに、強度や変形的にも安定した粗粒材料からなる地盤について考察を行った。

2. 実験方法

2.1 使用材料 使用材料は表-1に使用した岩砕であり、最大粒径はモールドの大きさ(直径15cm)を考慮し、26.5mmとした。試料は自然乾燥状態の岩砕材料を分粒することで得られた砂分(0~2mm)と礫分(2~26.5mm)を種々の混合比で、再度粒度調整することによって作製した。その混合比として式(1)の砂分含有率を定義し、図-1の粒径加積曲線に示す0、15、20、30、40、50、75、100%の8種類とした。

$$P_s = \frac{\text{砂分(0~2mm)の重量}}{\text{全重量}} \times 100 (\%) \quad \text{----(1)}$$

2.2 実験方法 図-2のように、直径15cm×高さ17.5cmの鋼製モールドに所定の配合比に粒度調整された試料を投入し、5 tonの荷重計を介して20tonジャッキで載荷を行った。気中載荷は同図の水槽を外し、水中載荷は水を張った水槽に試料を詰めたモールドを約24時間水浸させた後、載荷を行った。

載荷方法は、初期載荷荷重を $P_1 = 15 \text{ kgf}$ 、荷重増加率を $\Delta P_i / P_i \div 1$ とし、15、30、60、125、250、500、1,000、2,000、4,000kgfの9段階の多段階載荷法とした。同一荷重の載荷時間は沈下が収束するまでとし、予備試験の結果を踏まえ、所定の荷重到達後最長10分を目安にした。また、粗粒材料の粒子間空隙比 e は、式(2)で算出したが、式中の比重 G_D は、粒度階ごとの絶対比重を混合比に応じて合成した値を用いた²⁾。

$$e = G_D \cdot \rho_w / \rho_d - 1 \quad [e: \text{粒子間空隙比}, G_D: \text{粗粒材料の合成比重}, \rho_w: \text{水の密度}, \rho_d: \text{粗粒材料の密度}] \quad \text{----(2)}$$

3. 試験結果

図-3に載荷時間と沈下量の関係の一例として、気中条件下の $P_s = 15\%$ と100%の場合を示す。また、各

表-1 使用材料

	岩砕	備考
母岩の種類	砂岩	
岩級区分	硬岩	電研式判定法
P波速度 km/s	4.9	コア超音波測定
絶対乾比重	2.664	土粒子の密度試験
2.~9.5mm	2.577	粗骨材の比重試験
9.5~26.5mm	2.550	

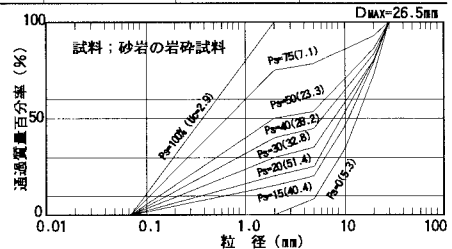


図-1 試験粒度

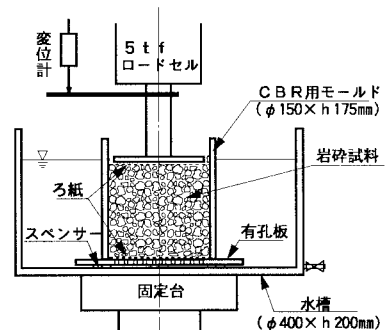


図-2 載荷装置

載荷荷重における最終沈下量と間隙比の関係を気中載荷と水中載荷の場合に分けて、代表例を図-4に示す。

図-3では、各段階においても載荷と同時に沈下が生じており、瞬時沈下が主体である。図-4からは砂分含有率の違いにより最終間隙比が異なり、同じ砂分含有率でも気中と水中条件でも大きく異なることがわかる。砂分含有率と気中・水中条件の載荷試験における最終間隙比の関係を図-5に示すが、振動締固め試験によって得られた最小間隙比と理想状態の締固めを想定した時の最小間隙比¹⁾も合わせて示す。試験結果から、次のように考察できる。

①砂分含有率と最終間隙比との間には、砂分含有率40%付近をピークに下に凸の曲線の関係がある。この関係は、締固め試験による結果¹⁾と同様である。

②気中載荷と水中載荷を比較すると、最終間隙比は各砂分含有率でも水中の方が気中よりも小さく、同一荷重でも最終間隙比が小さい。礫分が多い領域では、気中では礫分が空隙を残したまま骨格構造を形成し、静的荷重に対抗するため圧縮沈下は進まないが、水中では水の影響により粒子間の滑りが促進され、粒子再配列が載荷とともにスムーズに進んだものと考えられる。逆に砂分が偏って多い領域でも、同様な現象が砂粒子間でも起こったものと考えられる。

③気中載荷と水中載荷の最終間隙比の差 Δe を砂分含有率で整理する(図-6)と、砂分含有率が0から増加すると Δe は減少し、40%をピークに増加に転ずる。礫分、砂分が偏って多い場合、静的に圧縮され一見安定したかに見える状態でも、水中条件では異なった沈下性状を示すことから、施工後の降雨などの水浸の履歴により大きく沈下することになる。

4. まとめ

前回の報告と合わせて、砂から礫まで含む粗粒材料では、礫分と砂分の配合により締固め密度が変化し、最大密度の配合比が存在するが、材料の骨格構造や水浸条件での圧縮特性を考慮すると、砂分が十分締め固められる範囲で密度を大きくする方が強度・変形的に安定であることがわかった。

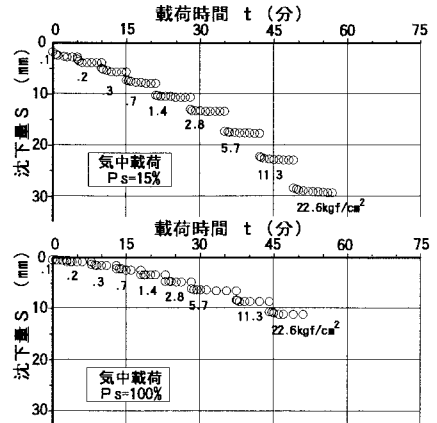


図-3 載荷時間と沈下量

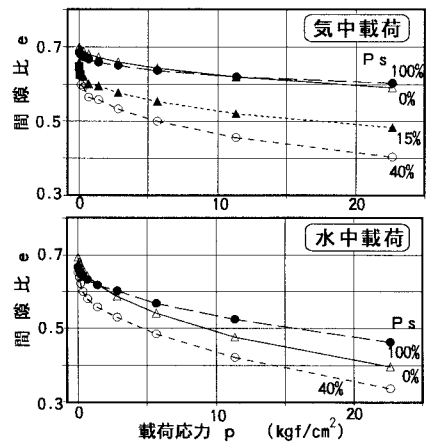


図-4 載荷応力と間隙比

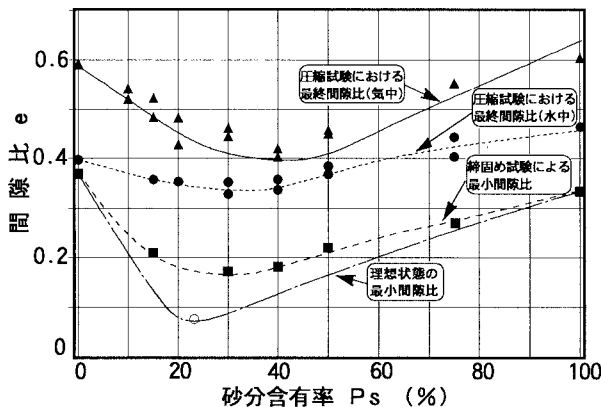


図-5 砂分含有率と間隙比

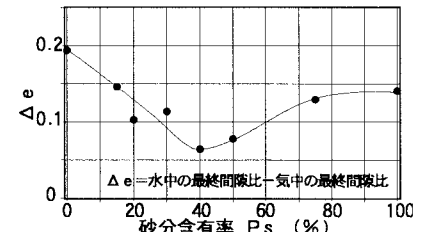


図-6 砂分含有率と Δe

【参考文献】1) 日笠山、西林：粗粒材料の締固め特性と砂分含有率の関係について、土木学会第49回年次学術講演会、p. 1442～1443、(1994) 2) 土質工学会：土質試験の方法と解説、p. 400、(1990)