

## III-726

## 粗粒材料の締固め特性と砂分含有率の関係について

備大林組技術研究所 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。土工では、使用材料の締固め特性を把握することが設計や施工管理基準の設定の上で最も基本的な項目のひとつであり、粗粒材料を用いた工事では施工法や材料に即した手法により締固め特性を確認しているが、粗粒材料の締固め自体が理論的に解明されている現象とは言い難い。したがって、粗粒材料の締固めに影響を及ぼす要因として最大粒径、粒度組成(特に粗粒分と細粒分)、母岩強度、締固め方法などとの関連を把握することが、粗粒材料の締固め特性を体系化する上で重要である。著者らは、今回、産地の異なる2種類の岩砕から採取した礫分(2~53mm)と砂分(0~2mm)を混ぜ合わせた混合材を対象とした締固め試験(突固め法、振動法)を行い、両者の配合比が締固め特性に及ぼす影響について実験的研究を行った。

## 2. 実験目的

岩砕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<sup>1)</sup>、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き起こすことである。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。その場合、粗粒分と細粒分の混合比が混合材の締固め特性に影響を及ぼすことが考えられる。そこで、実際工事のような粒径10~30cmの岩砕そのものを試験試料とするには装置の問題で無理なため、実際の岩砕から採取した礫分と砂分によって以下の実験を行った。

## 3. 実験方法

3.1 使用材料 表-1に使用した岩砕材料を示す。試料は乾燥状態とし、実験時の最大粒径は、モールドの大きさ( $\phi 30\text{cm} \times h 30\text{cm}$ )を考慮し53mmとした。

3.2 実験方法 砂分と礫分の比率(重量比)、ここでは砂分含有率として示すが、両者単体を含めて、0、25、50、75、100%の5種類の混合材を対象とし、表-2に示す振動法と突固め法の2種類の締固め試験を行った。なお、図-1に混合材の粒径加積曲線を示す。

表-1 使用岩砕材料

| 試料名       | H産岩砕  | N産岩砕  |
|-----------|-------|-------|
| 母岩        | 花崗岩   | 変斑い岩  |
| 岩級区分      | 硬岩    | 中硬岩   |
| 絶対比重      | 2.664 | 2.925 |
| 0.075~2mm | 2.664 | 2.925 |
| 2.0~9.5mm | 2.577 | 2.831 |
| 9.5~53mm  | 2.564 | 2.801 |

表-2 実験仕様

| 試験名  | 最小密度                             | 振動締固め<br>(上載式)             | 突固め<br>(大型)                              |
|------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------------------|
| モールド | $\phi 30 \times h 30 \text{ cm}$ |                            |                                          |
| 載荷仕様 | ボール法                             | 上載荷重24kgf<br>ハ'イ'レート200kgf | 重錘重量10kgf<br>落下高45cm                     |
| 載荷方法 | -----                            | 5層×5分/層                    | 5層×53回/層<br>(5.6cm・kgf/cm <sup>3</sup> ) |

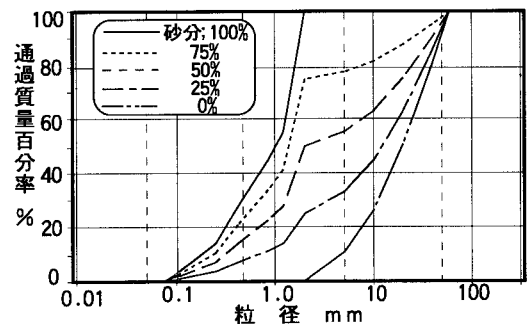


図-1 混合材の粒径加積曲線

## 4. 試験結果

図-2に混合材の砂分含有率と密度の試験結果を示す。

H産、N産ともに砂分含有率に対し、振動締固めや突固め時の密度は砂分含有率が0%から増えるにつれて

増加し、25～50%でピークに達しそれ以上では減少する。したがって、最大密度は、25～50%の間の35%にあると推定される。

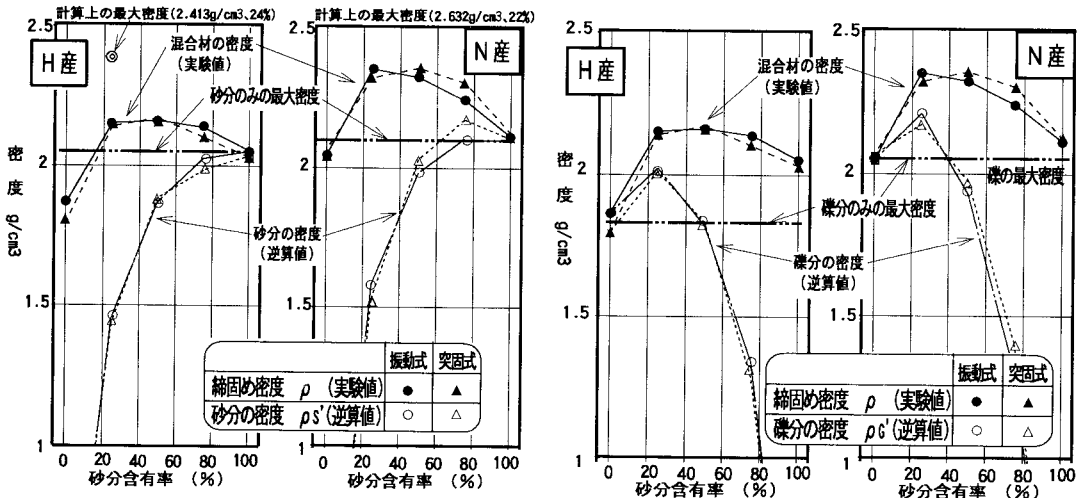


図-2 砂分含有率と締固め密度および砂分・礫分の密度

混合材の骨格構造を検討するために、砂分と礫分を単独とみなし、式-1によりそれぞれの密度を算出した。

砂分の密度  $\rho_s' = W_s / (V - V_G)$  礫分の密度  $\rho_G' = W_G / (V - V_s)$

……(式-1)  $\left\{ \begin{array}{l} W_s, V_s: \text{砂分の重量、体積 } V: \text{モールドの体積} \\ W_G, V_G: \text{礫分の重量、体積} \end{array} \right\}$

その結果、砂分の密度  $\rho_s'$  をみると100～75%の範囲では最大密度状態を示しているが、礫分の増加(砂分含有率の減少)とともに減少し50%以下になると急激に低下している。これは、砂分が50%以下では礫分( $\rho_G'$ )が最大密度状態であり、礫同士が接する状態になるため締固めエネルギーが砂分に伝わらなくなるためである。図-2の関係を模式的に図化すると図-3となる。”礫分が最大密度状態でその空隙を最大密度状態の砂分が埋める”と仮定した理想的な最大密度は、実際上困難であり、実際の混合材の密度は図-3の実線のような形で最大密度をもたらす配合比がでてくる。混合材の中の砂分の配合比に着目すると、礫分による骨格構造がつけられると急激に砂分に伝わる締固めエネルギーが減少し、礫分の空隙に存在する砂分が緩い状態となる。この状態では礫分の粒子破碎や揺すり込み時に礫粒子の再配列を誘発し、強度や沈下面で問題が残ると考えることができる。したがって、粗粒材料では単に最大密度に着目するのではなく、砂分を十分締固められる範囲で密度を高められる配合(例えば図-3の斜線部)が骨格構造的に安定であると考えられる。著者らはこれら骨格構造が、粗粒材料の力学・変形特性への影響を知るために大型三軸試験装置を用いた試験やシルトや粘土分まで幅広く含む粗粒材料の土工材料としての特性について研究中である。

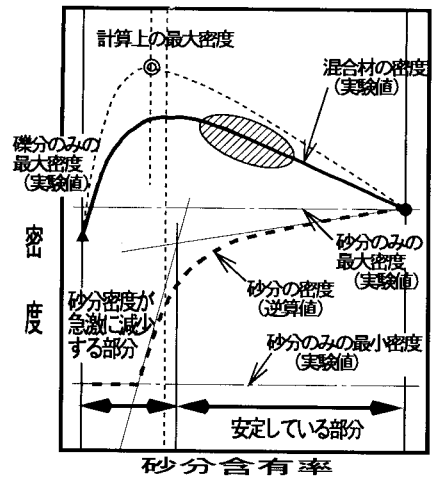


図-3 砂分含有率と密度の関係

## 5. まとめ

- ・砂から礫まで含む粗粒材料では、それらの配合により締固め密度が変化し、最大密度を呈する配合比が表れるが、材料の骨格構造を検討すると砂分が十分締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と考えられる。

【参考文献】1)例えば、西林、「岩砕埋立地盤の特性に関する研究(その1)」、(その2)」、第24回土質工学会、P1787～1793、(1989)