

礫まじり土の締固め密度と強度特性について

阿部 道雄*

On the Compacted Density and Strength Characteristics of Gravelly Soil

1. まえがき

土を締固める目的は、盛土・基礎などの土を材料とした構造物の安定性を増大させ、その工学的性質を改良することである。すなわち、締固められた土は密度の増加によって、せん断抵抗・支持力を増し、圧縮性・吸水性を減ずる。

そこで、現場施工において、必要な締固め密度の基準は、JIS A 1210による締固め試験が利用されているが、モールド寸法による制限粒径以上の礫が混入されている土についての試験法はいまだ確立されていない。

すなわち、制限粒径以下の材料による締固め試験結果から、礫まじり土の密度の推定および強度増加の程度が問題となる。これらの問題点の一部については既に報告した。^{1) 2) 3) 4)}

本報告は、細粒土に対し単粒度に近い礫を混合し、礫まじり土の締固め密度と強度増加の傾向について検討したものである。

2. 試料および試験概要

実験は、15cmφモールド、2.5kgランマーを用い、締固めエネルギーを3層55回とした。図-1に示す細粒土（山砂、新島砂）に対し礫（川砂利10mm～20mm）を混合し、締固め密

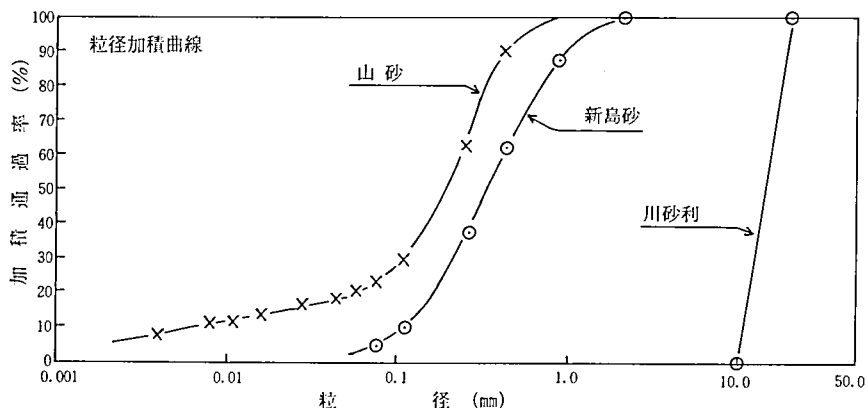


図-1

度の測定および水浸 CBR 試験による強度試験を行った。

図-2 は山砂の締固め試験結果である。この曲線上の含水比 $w = 5\%$, 10% , 15% (最適含水比), 20% および 24% を目標として, それぞれの含水比の山砂に対して礫を混合し, 礫混合率と乾燥密度・水浸 CBR 値の関係を求めた。新島砂については, 山砂と異なり粗粒度のため, 図-3 に示すように締固め曲線が平坦で, 含水比の変化による水浸 CBR 値もほぼ一定であるため, 含水比 5% のみを目標として山砂同様, 礫混合率と乾燥密度・水浸 CBR 値の関係を求めた。

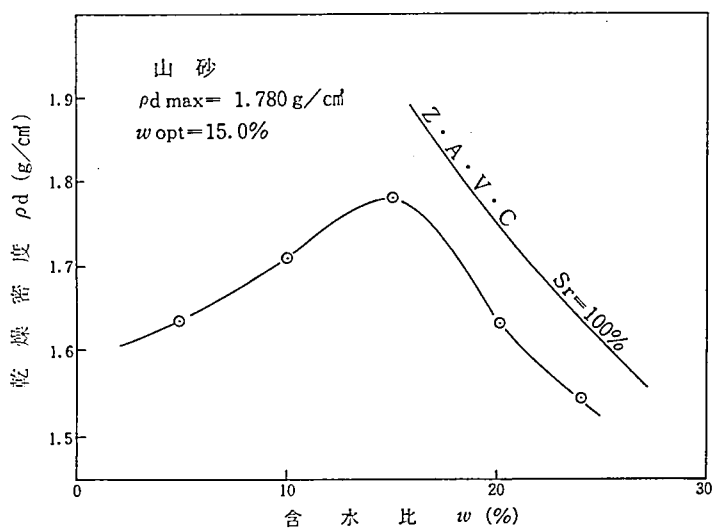


図-2

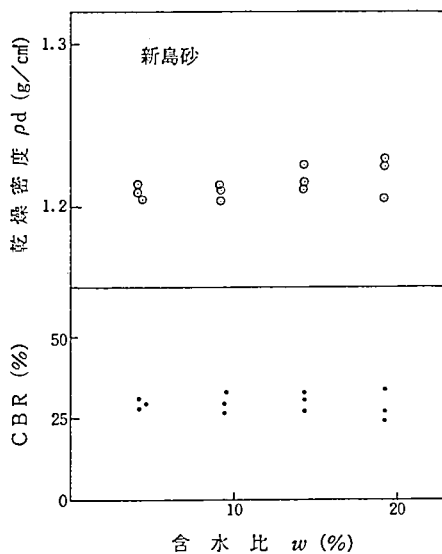


図-3

3. 試験結果および考察

図-4～図-8に山砂に対して礫を混合した場合の乾燥密度とCBR値の関係を示す。いずれも、2点～3点の実験値の平均値である。図-6の $w=15\%$ の場合を除き礫混合率40%まではCBR値は殆ど増加せず、60%以上になると急激な増加傾向を示す。

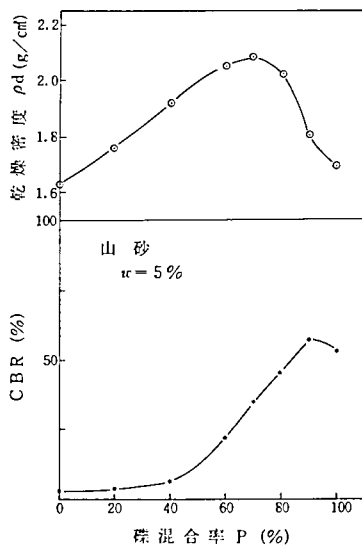


図-4

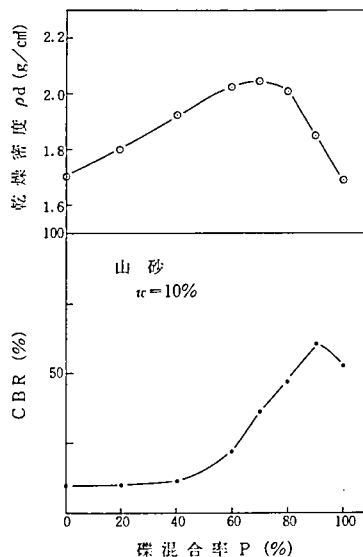


図-5

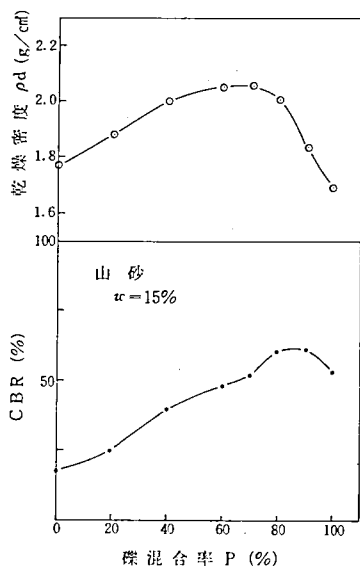


図-6

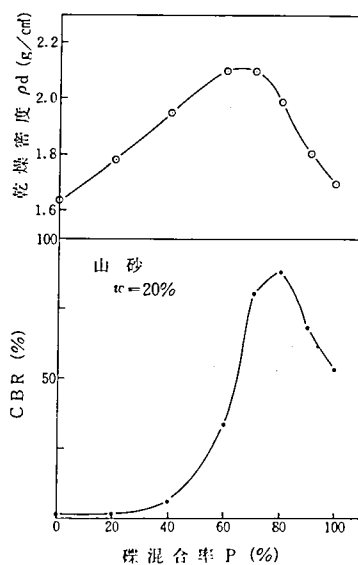


図-7

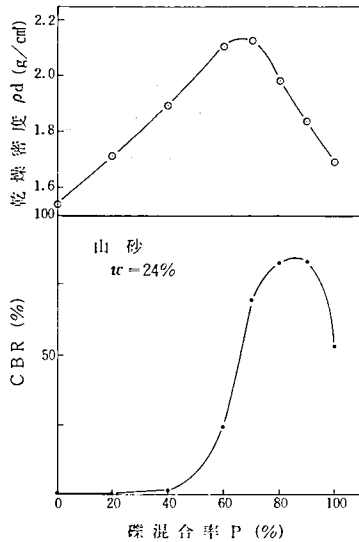


図-8

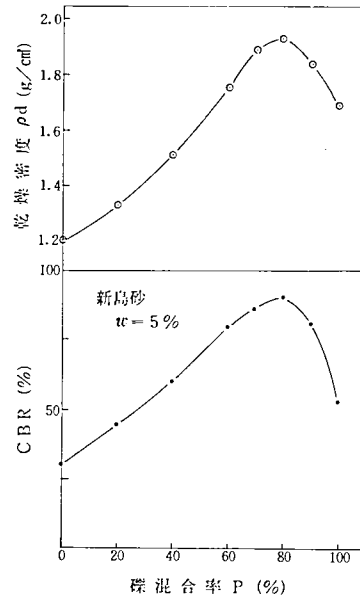


図-9

一般に、図-1に示すような細粒土と礫が不連続粒度分布の状態では混合されている場合、礫混合率が小さければ、礫は細粒土中に点在している状態である。従って、CBR試験中の貫入抵抗に礫はほとんど関与せず、礫混合率が増加し礫相互の接触が生じると、次第に貫入抵抗も大きくなるであろうと推定される。

しかしながら、図-6では礫混合率が20%においてもCBR値が増加し、礫混合の強度に対する影響がみられる。よって、細粒土のみのCBR値がある程度大きい状態であれば、礫混合率が小さくとも強度増加を期待できることを示している。

図-9は山砂より更に粗粒でCBR値の大きい新島砂を細粒土として、礫混合率と乾燥密度・水浸CBR値の関係を示したものである。礫混合率 $P = 20\%$ 、 40% においても図-6同様CBR値による強度増加がみられる。

図-4～図-9に示されている乾燥密度は、礫混合率の増加にともない増加し、山砂では混合率 $P = 70\%$ 付近、新島砂では $P = 80\%$ で、いずれも最大密度となる。この状態は、締固め時に細粒土が礫の間隙を満たすに必要な十分な混合割合である。

一方、山砂の場合、CBR値の増加傾向をみると、乾燥密度の変化と一致せず、 $P = 80\% \sim 90\%$ で最大値を示している。すなわち、礫混合土の最大密度と最大CBR値が一致しない。この理由については明らかでないが、図-6の $w = 15\%$ の場合を例にとれば、礫混合率 $P = 70\%$ 、 80% 、 90% に対してモールド中に礫の占める体積の割合は、それぞれ54.2%、60.5%、62.2%となり、礫の持つ支持力、その間隙の細粒土の分担する支持力および礫と細粒土の接触によるマサツ抵抗などが、CBR値の増加に影響するものと推定される。

図-10に山砂と礫混合土の含水比と乾燥密度の関係を示す ($P = 70\%$ 、 90% の場合は省略)。 $P = 0\%$ 、 20% 、 40% までは $w = 15\%$ の場合に最大乾燥密度を示しているが、礫の量が多くなると、はっきりした最大乾燥密度は認められない。最大乾燥密度の得られない現象は粗粒材料の締固めにおいて共通の性質である。

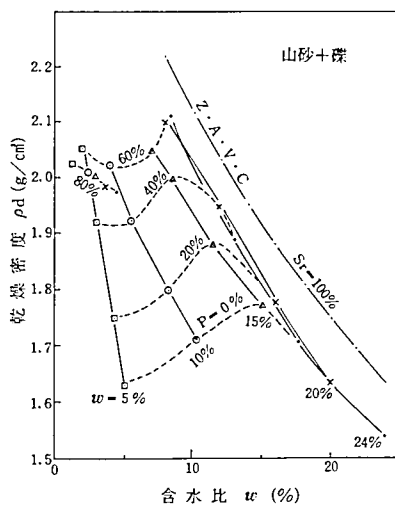


図-10

4. まとめ

以上の礫まじり土の締固め試験の結果から得られた点を要約すると以下のようになる。

1. 細粒土に、単粒度に近い礫を混合した不連続粒度分布の場合、混合率の小さい、礫が細粒土中に点在していると考えられる場合でも強度増加が認められる(図-6, 図-9)。

しかし、細粒土の強度が小さい場合には、強度の増加は期待できない(図-4, 図-5, 図-7, 図-8)。

2. 山砂の場合、最大の乾燥密度の得られる礫混合率 $P=70\%$ に対して、最大強度の得られる礫混合率は $P=80\% \sim 90\%$ となる。しかし、山砂より粗粒な新島砂の場合は、いずれも $P=80\%$ において両者の最大値がみられる(図-9)。このことは、細粒土のもつマサツ抵抗などの相違によって影響されると考えられる。

この報告では、主にCBR値による強度特性について検討したが、礫混合率の増加による乾燥密度の増加傾向についてはふれていない。しかし、細粒土の含水比が最適含水比以上の状態では、Walker-Holtzの理論値以上の値を示す場合が生じた。これらの問題点については、今後、粘性土を細粒土として用い、更に検討し、別の機会に報告する予定である。

参考文献

- 1) 森 満雄・阿部道雄, 礫混合土の締固めとCBRについて 第9回土質工学研究発表講演集, 昭和49年6月
- 2) 森 満雄・阿部道雄, 粗粒材料の力学的特性に関する基礎的実験 明星大学理工学部研究紀要No19 昭和58年3月
- 3) 森 満雄・阿部道雄, 粗粒材料の力学的特性に関する基礎的実験II 明星大学理工学部研究紀要No24 昭和63年3月
- 4) 森 満雄・阿部道雄, 礫混じり土の締固め密度に関する基礎的検討 第23回土質工学研究発表講演集 昭和63年6月