

浅間火山レキの CBR に関する一考察

明星大学理工学部土木工学科 森 満 雄

1. ま え が き

浅間火山レキは那須火山帯に属し、浅間山麓東南部一帯に埋蔵されその埋蔵量はほとんど無尽蔵である。性質は気孔性に富み、軽量骨材としておもに建築構造物関係に広く用いられてきた。しかしながら、土木材料、とくに道路用材料としての利用が検討され始めたのは極めて最近のことで、碎石、川砂利に代る新しい路盤材料の開発として注目され始めたことによる。したがって、火山レキ産地附近の道路は古くより火山レキによって構築され、重要な道路用材料として利用されてきたにもかかわらず、いまだ火山レキ自体の工学的性質の解明はほとんどなされていない。

本報告は浅間火山レキを対象に粒度配合を変化させて CBR 試験を行なったもので、碎石との比較試験の結果、十分満足すべき CBR が得られることを明らかにしている。なおこの報告は関東地方に埋蔵されている各種火山レキの締固め特性と支持力に関する基礎的研究¹⁾ に引続き検討を加えた結果である。

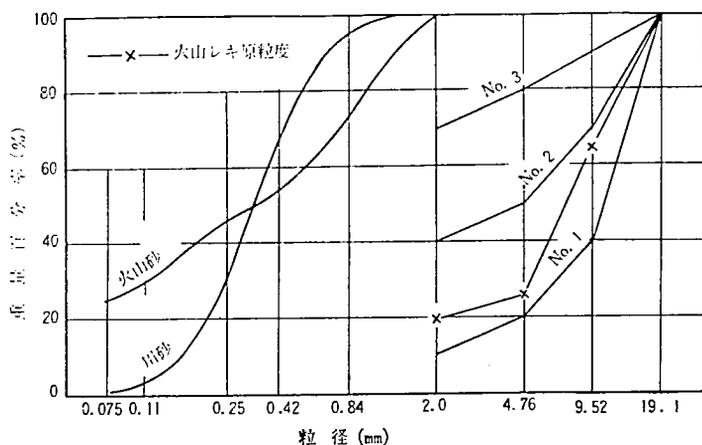


図-1 火山レキ、碎石(共通)と混合用火山砂、川砂の粒度分布

2. 試料および試験方法

浅間火山レキについて、粒度配合を行なわない原試料の締固め特性と CBR の関係はすでに報告した¹⁾。ここでは、図-1 に示すように 2.0 mm 以上のレキ分の粒度配合を 3 通りに変化させ、この粒度配合の火山レキ、碎石を用いた。したがって、火山レキ、碎石は粒度分布の等しい条件で試験を行なったことになる。この 3 通りのレキ分に図-1 に示した 2.0 mm 以下の浅間火山砂、多摩川産川砂を次のような組合せで混合し、CBR 試験を行なった。

- (1) 火山レキ原粒度
- (2) 火山レキと火山砂

(3) 火山レキと川砂

(4) 碎石と川砂

表-1 に火山レキ，碎石の物理試験結果，写真-1 に火山レキの形状を示す。

表-1

	浅間 火山レキ	碎石 ⁽¹⁾
真比重	2.470	2.680
見掛比重(5~20mm)	0.820	2.646
表乾含水比(%) (5~20mm)	50.6	1.4
ロサンゼルス試験 機によるスリヘリ量 分類C (%)	56.6	18.5
搬入時含水比(%)	46.0	0.5

(1) 碎石は栃木県葛生産

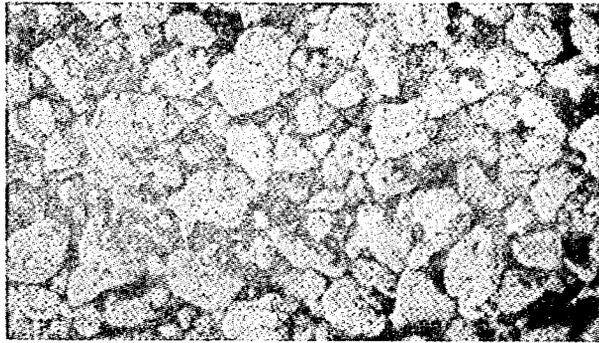


写真-1 浅間火山レキの形状

3. 試験結果と考察

3.1 突固め回数，粒度および乾燥密度の関係

図-2 は突固め回数の増加と乾燥密度の関係を示したもので，原試料は搬入時含水比による突固め乾燥密度，他は5層55回の最適含水比における各回数の乾燥密度を表わしている。いずれの混合材料の場合も No. 1~No. 3 の各粒度について，突固め仕事量の対数と乾燥密度との関係はほぼ直線的な傾向を示している。この直線性はすでに碎石，川砂利，砂質土等について報告されているが²⁾³⁾⁴⁾，気孔性材料である火山レキに川砂を混入した場合も同様な傾向を示すと考えてよい。図-1 に示した 2.0 mm 以下の細粒分の占める

重量比は、10, 40, 70% と No. 1, No. 2, No. 3 の粒度の順に増加している。いま粒度分布の変化にともなう乾燥密度の増加を検討すると、2.0 mm 以上のレキ分が火山レキの場合、No. 1, No. 2, No. 3 の順に乾燥密度が増加し、細粒分の配合量が多い材料ほど乾燥密度は大きくなる。さらに火山レキに川砂を混入した場合は、火山砂を混入した場合よりも大きな乾燥密度が得られる。また碎石と川砂の場合は、火山レキに比べて乾燥密度は大きく No. 2 の粒度がもっとも乾燥密度の大きい粒度分布となっている。

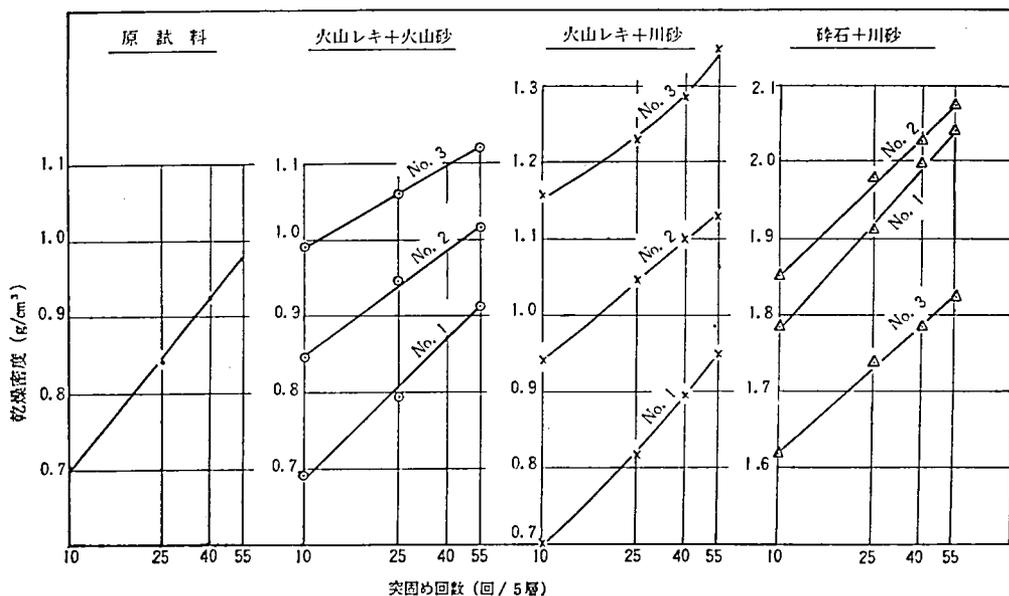


図-2 混合材料の突固め回数と乾燥密度

以上のことから、レキ分が火山レキの場合、細粒分が多い程乾燥密度は大きく、一方レキ分が碎石の場合にはもっとも大きな乾燥密度の得られる粒度分布が存在することがわかる。この粒度分布からみた火山レキと碎石の締固め特性の相異は、火山レキの締固めと強度を検討する場合重要な問題点となる。すなわち、後述するように CBR が必ずしも乾燥密度と比例しない。また本報告では省略するが、乾燥密度についてのみ考えると、粗粒材料混合土の密度に関する Walker・Holtz の理論⁵⁾、Humphres の理論的作図法⁶⁾も火山レキに対しては適用され得ないものと考えてよい¹⁾。

3.2 突固め回数、粒度および CBR の関係

図-3 は各粒度の CBR (非水浸) の関係を示したもので、図-2 と比較することにより、乾燥密度と CBR の関係がよくわかる。従来用いられてきた材料である碎石と川砂混合の場合は、No. 3, No. 1, No. 2 の順に乾燥密度の大きい粒度が CBR も大きい。したがって密に詰まっている材料は強度が大きいという土質工学的な法則を満足している。しかしながら、火山レキに火山砂、川砂を混合した場合は乾燥密度と CBR の傾向は異なる。しかがって粒度配合は CBR からも検討すべきものと考えてよい。

火山レキを材料とした締固め密度と CBR の関係は、乾燥密度の大きい粒度配合 (No. 3) にもかかわらず、CBR が乾燥密度の増加ほど期待できず、川砂混合の場合のようにかえ

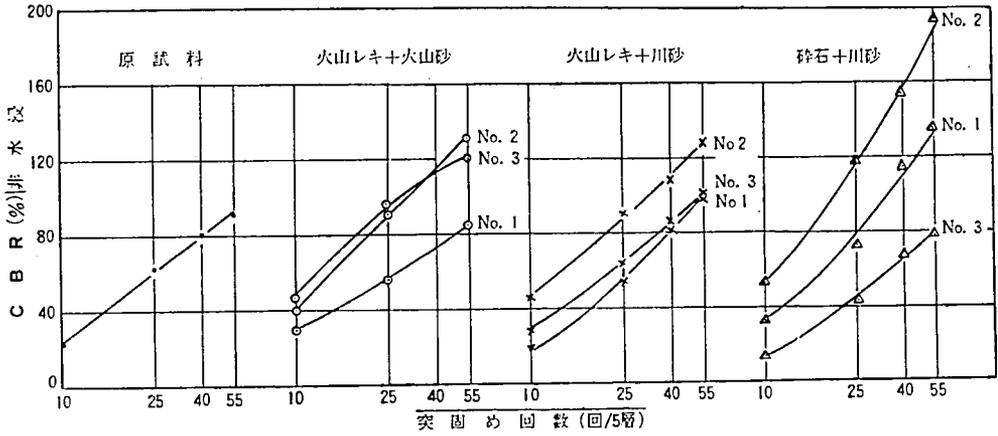


図-3 混合材料の変化による CBR の比較

って小さくなる現象を生ずる。この原因は細粒分の増加によって気孔性のレキ分が少なく、全体としての乾燥密度は大きくなるが、レキ粒子の組織の有する強度に CBR を期待できないためと考えてよい。

3.3 修正 CBR と乾燥密度

図-4~図-7 は各粒度の修正 CBR を求めるため図-2, 図-3 の乾燥密度と CBR の関係を示したものである。粒度 No. 3 の碎石川砂を除けば、原粒度を含まいずれの場合も路

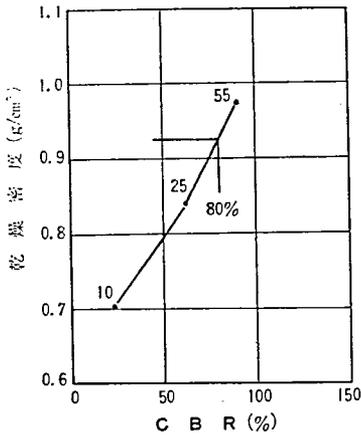


図-4 修正 CBR (原粒度)

盤材料としての修正 CBR は満足すべき値を示している。すでに述べたように火山レキと碎石は骨材粒子の気孔性という組織的な相異から、粒度分度、締め固め仕事量が等しい場合にも両者の間には乾燥密度の大きな差がみられる。図-5 においては、いず

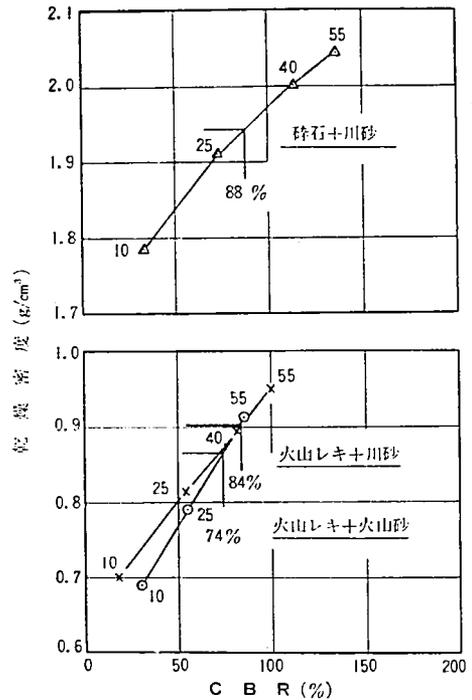


図-5 修正 CBR (粒度 No. 1)

れの突固め回数の場合も碎石は火山レキの倍以上の乾燥密度を示し、各粒度の中ではレキ分の影響の少ない図-7 の場合 1.5 倍程度の差がみられる。さらに、各粒度について火山レキに対する川砂、火山砂の影響をみると、2.0 mm 以下の細粒分の増加とともに乾燥密度に関する川砂の影響は大きくなる。

一方、修正 CBR と各混合材料の乾燥密度の関係は、図-5~図-7 から明らかなように、乾燥密度の大きい材料が修正 CBR が大きいとは限らない。図-7 では乾燥密度の大きい材料ほど修正 CBR は小さく、図-5、図-6 では材料の相異による乾燥密度の変化に比べて修正 CBR はあまり変化していない。

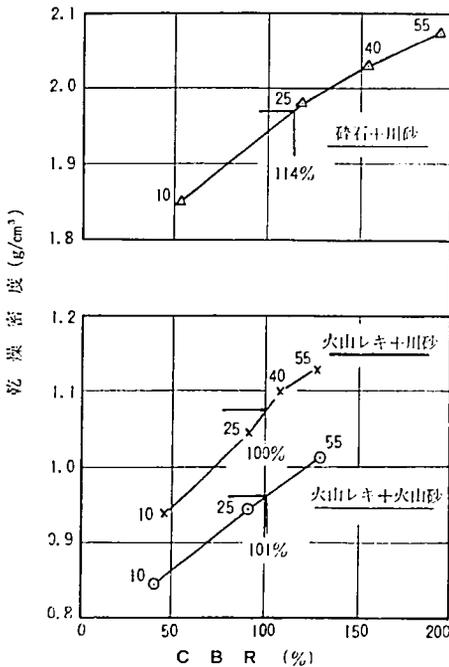


図-6 修正 CBR (粒度 No. 2)

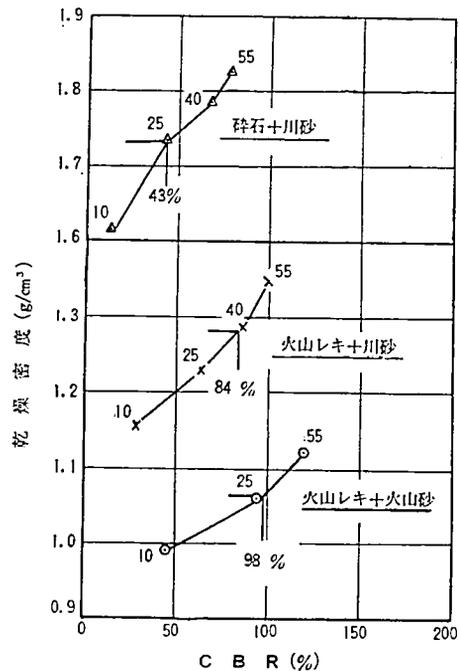


図-7 修正 CBR (粒度 No. 3)

以上のことは、路盤材料の支持力の基準となる修正 CBR は、火山レキと碎石を比較するとき材料的な相異より、むしろ粒度分布の変化に支配されるといえる。したがって、良好な粒度配合によって火山レキの修正 CBR は 100% 以上の値を得ることができるといえる。この関係を明らかにするため、修正 CBR とそれに相当する乾燥密度の関係を示したものが図-8 である。火山レキには火山砂、川砂混合のいずれの場合も修正 CBR の大きい粒度配合があり（ここでは No. 2）、碎石のように乾燥密度の大きく得られる粒度が必ずしも支持力の点で秀れているわけではない。

3.4 修正 CBR と締固め仕事量

修正 CBR の値を得るために必要な締固め仕事量が少なくてすむ材料および粒度配合が望ましいことは明らかである。図-9 は各材料の修正 CBR とそれに相当する突固め回数の関係を示したもので、川砂を混合した材料については、修正 CBR の大きい No. 2 の

粒度が締固め回数も少ない。火山レキと火山砂の場合は多少傾向が異なり、No. 2 と No. 3 の間にさらに良好な粒度を予想することができよう。しかしながら、火山レキの場合、

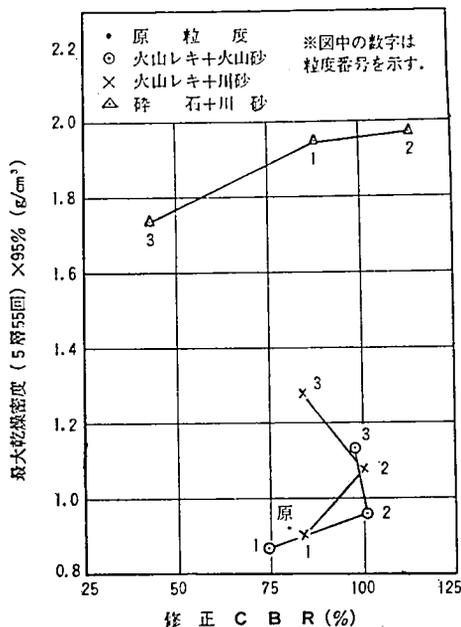


図-8 修正 CBR に相当する乾燥密度

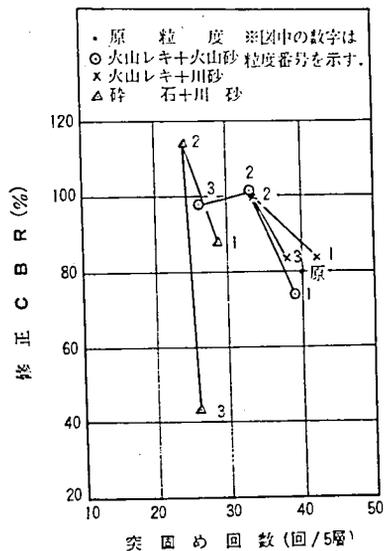


図-9 修正 CBR に相当する突固め回数

締固めによる破碎現象をとまなうため、締固め前における細粒分の富配合粒度は好ましくないと考えられる。すなわち、この報告では、非水浸 CBR 試験について述べているが、細粒分増加は水浸による強度低下を生ずる恐れがある。

これらのことから、3種の粒度分布について、いずれの材料も No. 2 の粒度が望ましいと考えると、火山レキと砕石は締固め仕事量に関してかなりの相異がみられる。すなわち、修正 CBR を得るための突固め回数は砕石の 24 回相当に対して火山レキと火山砂、川砂混合の場合、それぞれ 33 回、33.5 回となり、火山レキは砕石の約 1.4 倍の締固め仕事量を必要とすることになる。

4. 火山レキと火山砂、川砂混合の比較

火山レキを用いた混合材料の締固め密度は砕石の場合より小さいが、修正 CBR から検討すれば路盤材料として要求される強度は得られる。そこで、すでに述べた試験結果から、火山レキに対して産地の異なる川砂を混合した場合と、採取地の同じ火山砂を混合したそれぞれの場合について締固め密度、CBR、修正 CBR、粒度などから比較検討する必要がある。

図-2、図-5～図-7 に示したように火山レキの粒度が同じでも、川砂混合割合が多くなるにしたがい乾燥密度は火山砂混合の場合より大きい。たとえば、No. 1 の粒度については両者の差は明らかでないが、川砂混合 No. 2 の粒度が火山砂混合 No. 3 の粒度にほぼ近い値を示している。一方、この乾燥密度の増加が CBR の値の増加を現わせば、従来の密度と CBR の基本的な関係——密度が大きくなる粒度配合は CBR も大きい——を満

足するが、図-3 の CBR の増加は見られず川砂混合による乾燥密度増加の効果が示されていない。また、3.4 で検討した No. 2 の粒度について、修正 CBR の比較を図-6 でみるとその差は認められない。さらに、修正 CBR に相当する締固め仕事量もほとんど等しく、したがって火山レキに火山砂、川砂混合の相異は締固め密度の変化のみということになる。

5. むすび

浅間火山レキの締固め密度と CBR 試験結果を中心に、3 種の粒度について碎石との比較、火山砂、川砂混合の影響を検討した。

CBR 試験は非水浸によったため、火山レキに火山砂混入量 70% (粒度 No. 3) の場合は水浸による CBR の低下が予想される。また、川砂は代表的な多摩川産を用いたが、火山砂、川砂の鉱物的成因の相異に加えて、粒度分布の相異も CBR に影響したものと考えられる。したがって、この報告から直ちに火山レキに対する川砂混合の効果はないものと考えすることは早急であり、少なくとも密度増加の現象は、同一 CBR の場合においても川砂混合による 1 つの利点といえよう。いずれにしても、火山レキと火山砂、川砂混合による CBR の相異が予想に反して、ほとんど見られなかったことは、火山レキと火山砂による合成材料が今後の検討すべき課題となるものといえる。

火山レキと碎石を比較すると、火山レキは乾燥密度が小さく、修正 CBR を得るに要する締固め仕事量は大きい。この 2 つの相反する相異点のうち乾燥密度に関しては、締固め密度の小さいにもかかわらず支持力の大きいことから、従来の材料にはみられない火山レキ個有の気孔性による締固め特性として考えてよい。このことは実際の施工報告によっても認められている⁷⁾。締固め仕事量については、室内試験における衝撃荷重と実際の半静的荷重、振動などの相異があるので、室内試験結果の突固め回数から締固め仕事量の大きさを数値的に比較することはできないが、火山レキに対する締固め仕事量は碎石のそれよりも大きいものと考えられる。火山レキに対する締固め機種を選定、締固め方式に今後検討すべき点があると考えられる。

以上、この報告では浅間火山レキの CBR に関する 2, 3 の試験結果について述べた。気孔性材料である火山レキは締固めにともなう初期含水比、破碎の条件などが加わるが、それらの問題については別の機会に報告する予定である。 (1965年9月14日記)

参 考 文 献

- 1) 森 満雄：火山レキの締固め特性と支持力 (その 1), (その 2) 土質工学会誌 土と基礎 Vol. 13, No. 6, No. 7 1965.
- 2) Mitsuo Mori: Compaction Characteristics of Coarse Aggregate by Laboratory Compaction Tests. Memo. Fac. Tech. Tokyo Metro Univ. No. 14 1964.
- 3) 久野 悟郎：土の締固め 技報堂 昭和 38 年.
- 4) Mitsuo Mori: On the Correlation between Soil and Gravel in Compaction. Memo. Fac. Tech. Tokyo Metro Univ. No. 12 1962.
- 5) Walker F. C. and Holtz W. G.: Control of Embankment Material by Laboratory Testing. Proc. ASCE. 1961 Sep. No. 180.
- 6) Humphres H. W.: A Method for Controlling Compaction of Granular Materials. H. R. B. Bulletin 159, 1957.
- 7) 松井 一男：榛名軽石を用いたセメント安定処理について。道路, 昭和 38 年, 3 月号.