

京都大学 工学部 板尾新一郎
立命館大学理工学部 O 福本 武明

1 まえがき マサ土と路盤材料として使用するとき、作業車による攪乱、ローラ転圧、供用後の交通荷重などによつて、土粒子が破砕される。また、道路や鉄道路線の高盛土区間、あるいはアースダムなどに用いる場合、構築中の破砕のほか、堤体自重による圧砕も受けるだろう。このように対象によつて破砕形式は異なるけれども、初期粒度が細粒子側に移動することには変わりない。この細粒化が、土構造物の（長期的な）安定性や耐久性にいかなる影響をおよぼすか、つまり益か害かの判定は、工学的に一大関心事であると思われよう。しかし、その判定は容易でなく、たとえば力の伝達という点から考えれば有益といえても、透水性と問題にする場合にはむしろ憂慮される事態も起りうるから、そのときの条件に応じて慎重に断を下す必要がある。

著者らは、これまで突固めによる締固め試験時に生じうる粒子破砕の現象に的を絞つて、主として純粋に物理学的な目で考察を加えることによって、さきながら益か害かの判定に必要な基礎的な資料の提供とに心がけてきた¹⁾。本報では、土粒子の破砕に影響をもつ諸要因のなかから粒度分布・突固めエネルギー・含水比と取り上げて検討し、それらの影響の仕方と程度について若干の情報がえられたので報告する。

2 実験方法 試料は、滋賀県産のマサ土²⁾とふるい分けしたのち、図-1に示す粒度に配合したものである。なお、試料Nは原土の4.76 mmフルイ通過率であり、試料A, B, Cは平均径をほぼ同一にして分布の広がりを変えて調整している。突固めは、JIS A 1210の1.1-b法に準じて自動突固め装置を使って行なったが、その際、突固め回数は試料Nに対しては10, 25, 50, 100, 200, 400, 800回の7通り、試料A, B, Cに対しては100回である。粒度分析は、突固め前・後で行ない、電動式ロータツブ型振とう機にかける方法によつた。

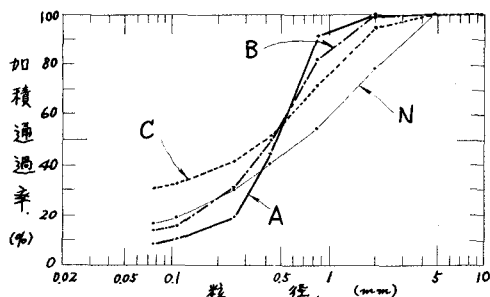


図-1 試料の粒径加積曲線

3 実験結果 図-2は、試料Nに対する締固め曲線と破砕曲線を、突固めエネルギーをパラメーターとして示したものである。また、図-3は、粒度分布の差異による影響を調べるために、試料A, B, Cに対する締固め特性を一括して示したものである。

4 考 察 ① 破砕曲線の特徴—図-2, 3から明らかのように、破砕曲線の形状は締固め曲線と同様に上に凸な曲線ではあるが、締固め曲線ほど先鋭なものではない。したがって、最大破砕量と示す位置が精度よく決めるににくいことと、湿潤側でも相当大きな破砕量を保有し続ける傾向にあることなどが、特徴として挙げられる。前者については、最適含水比付近に位置することだけは明言できそうであるが、乾・湿いずれの側に偏しているかは定かでない。ただ、きわめて高い突固めエネルギーの下では、やや乾燥側にくるようには見受けられるが、これが一般的傾向かどうかは断言できない。後者の特徴についてはその理由が問われるべきであるが、著者らの考えでは湿潤側になると土粒子の滑動や回転運動が起りやすい状態になるので、“圧砕”のほかに水の効果も手伝って“スリヘリ破砕”の殊相と呈してくるものと考えている。なお、限界破砕線の位置については検討中である。

② 突固めエネルギーの影響—図-4は、図-2の破砕曲線上より含水比 $w=0\%$ のときの破砕量 $(S_w/S_w)_0$ と、最大破砕量 $(S_w/S_w)_{max}$ とを、各突固め回数に対してプロットした図である。図中で○印と結んだ線は、水

と含まない場合の突固めエネルギーの影響線であり、一斉●印までの縦距は水の存在による破砕効果を示成している。この図から、粒子破砕の程度は突固めエネルギーの増加とともに急激に増大するのに対して、含水比の影響は相対的に目立たなくなる。しかし、常用のエネルギーの範囲では、加水による影響のほうがむしろ顕著に現れようことなどが知られる。このことは、シガマサが吸水による粒子自身の強度低下の激しい土であることを示しており、乾燥状態の破砕量が小さいからといって即座に定んできないことを物語っている。

③ 粒度分布の影響—図-5は、粒度分布の広がり悪い試料から順に横軸上に並べて、突固め回数100回のときの破砕量の大小を比較した図である。明らかなように“粒度分布が悪い”ものほど粒子の破砕は少なく、その極限では全く破砕を起さないような粒度が存在するかに見える。この傾向は、1粒子あたりの接点数の大小によってほぼ満足な説明ができる。しかし、得られた密度に目を転じれば、試料Cより試料Nのほうがはるかに大きい値を示していることから、密度に関しては“粒度分布

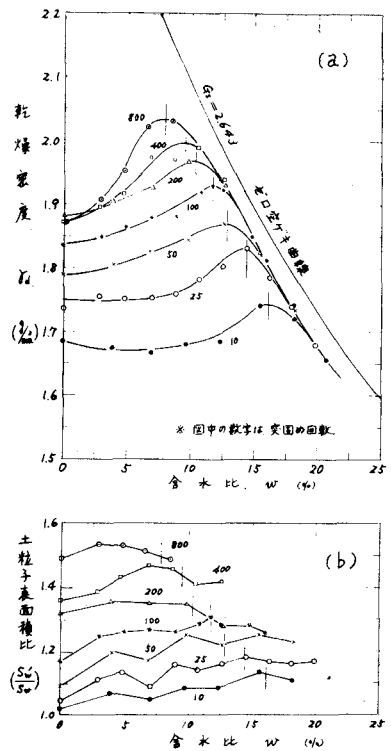


図-2 試料Nの締固め特性

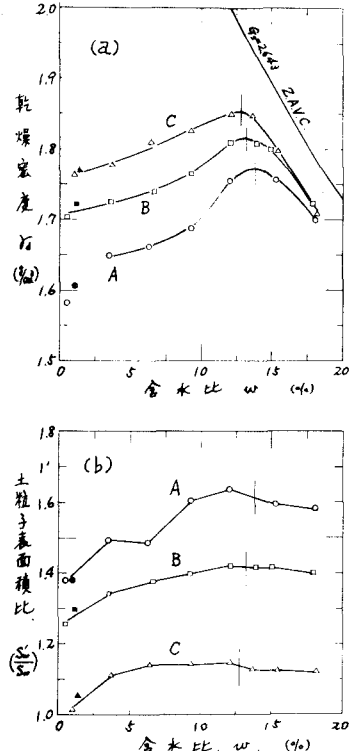


図-3 試料A, B, Cの締固め特性

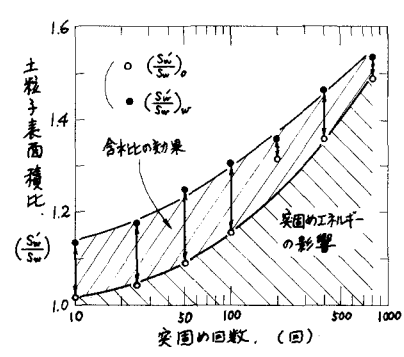


図-4 突固めエネルギーの影響

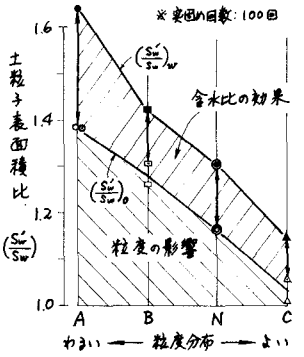


図-5 粒度の影響

がよい”だけで十分条件ではないことが知られる。他方、水の存在が粒子破砕に寄与する度合いについては、“粒度分布が悪い”ほど若干大きくなる傾向にあり、締固め曲線の先鋭化の傾向(図-3参照)とよく呼応しているように思われる。なお、図-4と5の対比から、本報で扱った三者の中では粒度分布の影響がもっとも敏感な要因であることがわかる。

5 むしろ 粒度分布・突固めエネルギー・含水比の各要因の粒子破砕におよぼす影響の仕方と程度を分析したところ、i) 粒度分布がもっとも敏感な要因であること、ii) シガマサの場合、常用の突固めエネルギーの範囲では、突固めエネルギーによる破砕量よりむしろ加水による破砕効果のほうが大きい割合を占めていること、iii) 破砕曲線の特徴として、最大破砕量を示す位置が精度よく決めにくいこと、および湿潤側でも相当量の粒子破砕と生じ続ける傾向にあること、などの事柄が知られた。

参考文献 1) たとえば、松尾・福本：締固めシガマサ土の破砕特性におよぼす水の影響、97回土工学会研究発表会講演概要、'74-6