

# 破砕木片を用いた軽量土の諸特性について

横浜国立大学工学部 正員○ プラダン テージ  
 横浜国立大学 学員 小塚 亮一  
 関東造園建設協同組合 佐藤 友義

**1. まえがき：** 環境美化の一環として公園、公庭の木樹や街路樹等の整枝がよく行われる。これにより大量の木樹の枝が収集され、その処分について大きな環境問題と呼んでいる。一方、建設廃材としての土やコンクリートの破砕片の処分にも大きな環境問題と呼んでいる。その一つの対策としては近年、建設廃土に発砲スチロールとセメントを混合させた軽量化安定処理土の開発が進められ、この新材料の物理的および力学的特性に関して多数の研究が行われている<sup>1) 2)</sup>。本研究は、木樹の破砕片を建設廃材と適宜混合することにより軽量裏込め材や植生（緑化）に適した軽量地盤材としての可能性について検討したものである。具体的には、破砕木片、関東ロームとコンクリート破砕片混合体の締固め、圧縮および透水特性を種々の配合条件下で調べた。

**2. 試料の配合および試験方法：** 試料として4.76mmのふるいを通過した破砕木片（かさ比重0.5～0.6）、関東ローム（土粒子比重2.82）と2mmのふるいを通過したコンクリート破砕片（比重2.71）を用いた。図-1にロームとコンクリート破砕片の混合比を3種類変化させたときの締固め曲線を示した。JIS1210に従い締固め試験を行った。これより、それぞれの混合比に対する最適含水比（ $w_{opt}$ ）を設定した。 $w_{opt}$ を破砕木片を混合した供試体を作製する時の含水比とした。まずこの新材料の湿潤密度（ $\rho_t$ ）の範囲を設定するために破砕木片の混合率（重量比に対する）を種々変化させて締固め試験を行った。図-2に結果を示した。これより、木片を30%程度混合することにより、 $\rho_t$ が1g/cm<sup>3</sup>近くまで低減することが可能であり、軽量材として利用できることが分かる。供試体作製に用いた締固め方法として(a)高締固めエネルギー法（JIS1210；エネルギー=5.6cm・kgf/cm<sup>2</sup>）と(b)低締固めエネルギー法（(a)法の半分のエネルギー）の2種類とした。供試体作製時の配合および条件を表-1に示した。各締固めエネルギーにおいて、破砕木片の混合率と混合土の $\rho_t$ は一対一に対応しているため、以後 $\rho_t$ で議論を進める。

直径5cm、高さ10cmの供試体を作製し、三軸セルにセットした。0.1kgf/cm<sup>2</sup>の負圧を30分程度作用させた後に0.2kgf/cm<sup>2</sup>の拘束圧をかけ、2時間程度通水させて供試体の飽和化を図った。

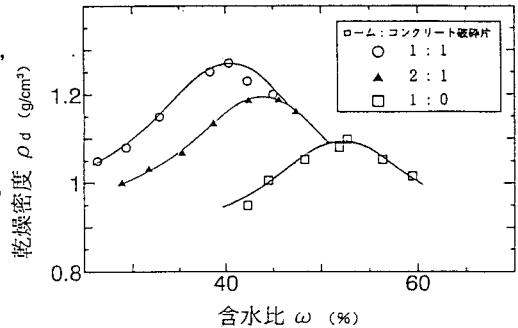


図-1 締固め曲線

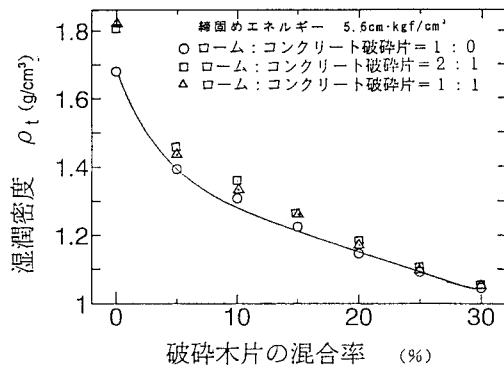


図-2 木片の混合率と湿潤密度の関係

表-1 供試体の配合表

| 関東ロームと<br>コンクリート破砕片の<br>比 | 高締固めエネルギー<br>時の密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 低締固めエネルギー<br>時の密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 関東ローム<br>(乾燥質量)<br>(g) | コンクリート破砕片<br>(乾燥質量)<br>(g) | 破砕木片<br>(湿潤質量)<br>(g) |
|---------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 1 : 0                     | 1.70                                      | 1.35                                      | 1000                   | 0                          | 0                     |
|                           | 1.40                                      | 1.19                                      |                        |                            | 50                    |
|                           | 1.20                                      | 1.03                                      |                        |                            | 175                   |
| 2 : 1                     | 1.80                                      | 1.43                                      | 667                    | 333                        | 0                     |
|                           | 1.40                                      | 1.25                                      |                        |                            | 80                    |
|                           | 1.20                                      | 1.07                                      |                        |                            | 195                   |
| 1 : 1                     | 1.80                                      | 1.50                                      | 500                    | 500                        | 0                     |
|                           | 1.40                                      | 1.33                                      |                        |                            | 65                    |
|                           | 1.20                                      | 1.09                                      |                        |                            | 180                   |

**3. 透水特性:** 圧縮試験に先立ち変水位透水試験を行った。図-3に高締固めエネルギー時の混合土の $\rho_t$ と透水係数の関係を示した。 $\rho_t$ が1.7または1.8g/cm<sup>3</sup>の場合は破碎木片が混合していない。この図より、破碎木片の混合すなわち $\rho_t$ の低下に従い透水係数が増加する傾向が見られる。これは破碎木片は繊維質であり、それ自体の透水性が大きいためである。一方、破碎木片の混合率が同一でも、ロ-ムとコンクリート破砕片の混合割合によって混合土の透水性が影響を受けることが分かる。傾向としてはコンクリート破砕片が多くなると透水性が増加している。これもコンクリート破砕片の透水性が関東ロ-ムのそれより大きいためであると考えられる。低締固めエネルギーの場合は、 $\rho_t$ による透水性への影響は顕著に見られなく、全体的に透水係数は $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/secの間にあった。これは、締固めエネルギーが低い場合は、混合土中の間隙がもともと大きく、破碎木片の存在によってあまり影響されないためであろう。植物の生育に適した透水係数は植物の種類により異なるが、 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/secが適当であると言われている。この点から言うと、破碎木片を混合した建設廃土は植生に適した地盤材料として利用できる可能性がある。一方、発砲スチロール(EPS)と関東ロ-ム(黒ぼく)との混合土について締固め特性や土壌硬度からEPSを用いた軽量土は植物の生育基盤材として使える可能性があるとの報告がある<sup>3)</sup>。

**4. 力学特性:** 透水試験終了後、軸ひずみ速度一定(0.5%/min)で圧縮試験を行った。透水試験実施による圧縮強度への影響がないことを事前に確認した。図-4に高締固めエネルギー時の圧縮強度と $\rho_t$ の関係を示した。この図より次のことが伺える:(a)破碎木片の混合により圧縮強度は低下する、(b)関東ロ-ムの強度に比較し、破碎木片を18%混合( $\rho_t=1.2$ g/cm<sup>3</sup>)すると強度は約50%低下する、(c)コンクリート破砕片の混合により圧縮強度が増加する。 $\rho_t$ が1.2g/cm<sup>3</sup>でも13~18tf/m<sup>2</sup>の圧縮強度が確保できる。セメントのような安定剤を混合することにより高い強度が得られる。低締固めエネルギーの場合は、破碎木片混合による強度への影響が小さい。これは締固めエネルギーが小さいと土中の空隙が多いため、木片の影響が小さくなると思われる。全般的な強度として4~10tf/m<sup>2</sup>の強度が得られる。図-5に高締固めエネルギー時のピーク時のひずみ(最大強度が発揮される時のひずみ)と $\rho_t$ の関係を示した。破碎木片混合率が多くなるとピーク時のひずみが大きくなる傾向が見られる。また、破碎木片の混合率が増加すると残留強度が増加する傾向が見られ、破壊モードが延性的になることを意味している。締固めエネルギーが低い場合は、 $\rho_t$ に関係なく全般的にピーク時ひずみが小さいが、残留強度はピーク強度にほぼ近い。

**5. 結論:** 本研究で行った実験結果から以下の結論が得られた:

- (1)破碎木片を建設廃土(ロ-ム、コンクリート破砕片)に混合することにより、 $\rho_t$ が1.0g/cm<sup>3</sup>まで低下することが可能である。
- (2)この新軽量材の透水係数は $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/secまで確保でき、植生に適している。
- (3) $\rho_t$ が1.2g/cm<sup>3</sup>でも圧縮強度は13~18tf/m<sup>2</sup>まで確保できる。
- (4)破碎木片の混合量が増加すると材料は延性的になる。

**参考文献:** 1)山田、長坂、西田、白井:発砲スチロール片と砂とを混合した軽量土、土と基礎、37-2、1989。2)浜野、今井、アラタノ:発砲ビーズを混合した軽量安定処理土の力学特性、第27回土質工学研究発表会、1992。3)喜田、塩田、杉本:軽量人工地盤の締固め特性について(その2) - 軽量発砲スチロール混合土の緑化適正について -、第27回土質工学研究発表会、1992。

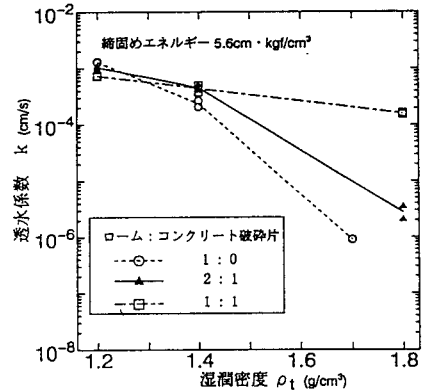


図-3 湿潤密度と透水係数の関係

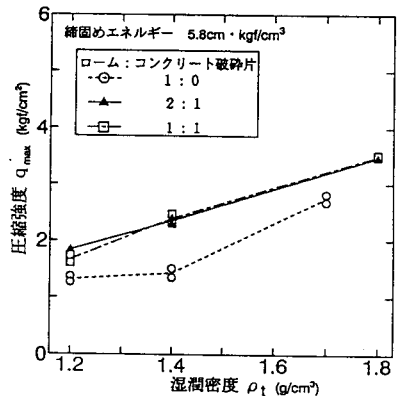


図-4 湿潤密度と圧縮強度の関係

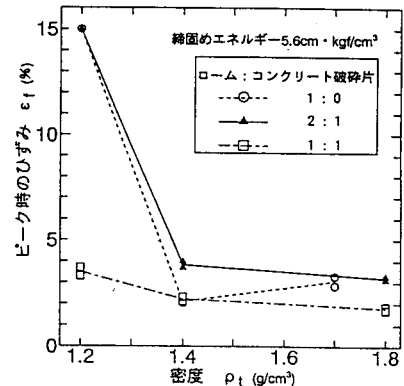


図-5 湿潤密度とピーク時ひずみの関係