

土工材料として炭からは築堤 盛土に古くから使用されているがその力学的性質は明瞭でない。常識的に炭からは粒子が粉碎され易く、その圧縮性が土に比し大であり比重が小で粘性がなく、経年変化も考えられるので一般に土工材料としては不利であるが、透水性が大で排水良好であり、軽材料としての特性が軟弱地盤盛土に適合し、大なる土取場を必要とせず、大量の土工材料を計画的且つ安価に供給し得るので國鉄では相当数の炭から築堤、盛土箇所がある。土工材料として炭からが土に代り得るものであるが、土に比し如何なる特徴を有するか、その施工上の注意は如何にあるべきか等の問題を解決するため炭からの力学特性を実験的に考究した。これはその中の炭からの抱束圧縮試験 透水試験 二面剪断試験結果についての報告である。使用炭からは汐留駅構内入換機関車排出のもので標準篩で $24 \sim 30^{mm}$ 間に7種に分る。これ等及び、細粗混合した果試料につき実験した。

### 1. 炭からの抱束圧縮試験結果

粒径別に突固の試験用モールドを使用して抱束圧縮試験を行い、荷重-沈下量及び単位重量の関係、粒子破壊の様相、荷重段階毎の破壊割合、応力-歪曲線より求めた炭からの弾性係数、繰返し荷重の影響等を調べた。これ等一連の実験結果を要約すると、(1) 炭からの真比重は微粉状態で24前後、水に浮遊する軽いもので20前後である。(2) 粒径が大なるほど荷重増加に対する沈下量も大である。即ち粒径により圧縮性に可成りの差がある。(3) 粒径に関せず、0.49程度の荷重からは荷重増加に対する沈下量の割合は殆んど同じである。即ち粒径による沈下量の差は荷重増加の初期に生じる。(4) 大小混合した一般の炭からは微小粒径の圧縮曲線に相当し、その見掛けの大きさに比べて意外沈下量は小である。(5) 炭からの沈下は或る程度圧縮されば急激に止まるだけであるローラー、又は衝撃による突固めの方法で充分輻圧する必要がある。(6) 炭からの圧縮過程は炭から粒子間の空隙減少と粒子自体の破壊を同時に起し下り進行する。荷重増加の或る段階で急激に全粒子の破壊が起るものではない。(7) 荷重増加に対する単位重量の変化は $4.8^{mm}$ 以下の粒径では最初の単位重量の大きさ順に粒径小なるほど単位重量も大であるが $7^{mm}$ 以上はこれが逆で粒径大なるほど荷重を受けると単位重量が大になる。これは粒径大なるほど最初の単位重量は小であるが沈下量は大であるから $7^{mm}$ 以上は沈下の影響が大きい結果である。(8) 無載荷の時の粒径による単位重量の変化範囲が載荷によって減少する。(9) 軽い振動を受けて締められた程度の炭からの無載荷状態の単位重量は乾燥状態で $24 \sim 26\%$ 普通程度に締め固められた状態で $27 \sim 28\%$ 、湿润による重量増加率は粒径及び湿润の状態により異なるが普通の炭からの充分吸水した状態で約50%増である。(10) 粒径と沈下量の関係を求める手段として圧縮曲線の傾斜の度を示す初期接線係数 (Initial tangent modulus)  $E_t$ を用いると両者の関係が把握出来る。(11)  $E_t$ は炭からの沈下量の大小、即ち圧縮性の大小を示す係数であるから炭からの締め固めの程度を表示する値として利用出来る。(12) 粒

径と対数目盛にとり正割係数 (Secant modulus)  $E_s$  を普通目盛にとつてプロットすると平行な曲線群が得られる。(13) 炭がらに繰り返し増加荷重を与へてヒステリシスループを画かせ弾性回復率を求めると圧縮量の1~8%で粒径小なるほど大、荷重大なるほど大になる。(14) ヒステリシス係数は荷重値が大なるほど大であるが粒径別には余り差がない。

## 2. 炭がらの透水試験結果

炭がらは透水性が非常に大きく排水促進の利点があるが粒子が粉碎され易いため荷重を受けて圧縮されると次第に透水性を減少する。圧縮進行に伴う透水係数の変化割合を知るため抱束圧縮試験の各荷重段階に対して透水試験を粒径毎に行つた。炭がらの圧縮沈下の大部分は荷重増加の初期に生じるので、透水係数も間隙変化に対応してそれまでは減少割合大きく以後其の減少率を急減する。一般的に云つて、大小配合された混合試料の場合が示す通り、炭がらの透水係数は普通の締め固め状態では  $10^1$  (m/sec), 沈下の大部分を生じるとような圧縮状態で  $10^2$  (m/sec), 其れ以上、相当圧縮された状態でも  $10^3$  (m/sec) のオーダーであるから荷重を受け相当圧縮され粒子が破壊されても炭がらの透水特性は余り阻害されず排水良好の状態を保持し得る。以上の実験結果から土工材料として炭がらを使用した場合、荷重を受けて経年圧縮沈下を生じても特別に汚損されない限り、その透水性の減少は余り問題にしないでよいことが判る。

## 3. 炭がらの二面剪断試験結果

普通の土と異なり、炭がらは粗粒であるから可成大きい剪断面を必要とする。従つて大型剪断試験機の使用が望ましいが適当な試験装置がなかつたため旧型式で測定し種々の不備があるが鉄道省土質調査委員会制定の剪断箱断面  $10^m \times 10^m$  の二面剪断試験機を使用した。試験は各粒径につき乾燥及び湿润の状態に対して実施した。普通の土と同じ取扱ひ方として最大剪断応力と垂直応力の関係から内部摩擦角及び粘着力を求めた。4.8 mm以下の細粒のものは粘着力のない砂の場合と同じく  $\tau = \sigma \tan \theta$  の形であるが、粒子が大になると粘着力に相当する部分が入り込んで  $\tau = c + \sigma \tan \theta$  の形となっている。粘着力に相当する部分は剪断により炭がら粒子が破壊する場合の抵抗と考えられるは、見掛けの粘着力である。細粒のものは剪断面に沿つて個々の粒子の破壊は少なく、砂剪断の場合と同じ形で進行するが、粒子が大きくなるほど剪断面に存在する粒子自体の破壊が生じるのでこの際の抵抗が見掛けの粘着力として現はれるものと思はれる。 $\theta$  は  $40 \sim 50^\circ$  で粒子が大なるほど増加するようである。見掛けの粘着力も粒子が大なるほど大である。湿润した場合は乾燥状態よりも僅少であるが見掛けの粘着力を増加するようである。

以上の実験結果より土工材料としての炭がらの適性を暫定的に示すと、先ず圧縮性による沈下の問題は施工時の充分なる輾圧により解消し、その長所である透水性は特別な汚損の無い限り損傷されず、築堤材料として問題になる粘着力の不足による法面崩壊の危険はむしろ砂の場合よりも有利である。粘着力増加のための透水性は支障されるが粘性土の配合、粘性土による築堤外表面の被覆等も考へられる。充分なる輾圧が同時に剪断強度を増大することは勿論である。要するに炭がらはその性質に於て砂に近いものと考へられるがむしろ土工材料としては砂よりも優り其の施工法、特に粘性土配合の問題が課題となる。