

住友金属工業(株) 正員 ○山本 親志
住友金属工業(株) 岡本 明男
岡山大学工学部 正員 河野伊一郎

1、はじめに

高炉水砕スラグは、軟質水砕スラグ、硬質水砕スラグとに大別される。硬質水砕スラグはコンクリート細骨材として用いられ、物理性状は、きわめて天然砂に近い値を示す。一方軟質水砕スラグは、今まで高炉セメントの原料として使用されているが、最近軟質水砕スラグは、その特徴である、軽く、かどばつて透水性の良い事から、土工用材として用いられてきている。

本報告は、その特徴を明らかにするため、主に締固め試験、透水試験について行なつた研究について述べる。なお軟質水砕スラグは、住友金属工業(株) 鹿島製鉄所のものを用いた。

2、締固め特性

2-1 突固め特性

図-1は、各種締固めエネルギーによる突固め試験後の軟質水砕スラグ粒子の破碎状況を示す。平均粒径(D_{atm})で見ると、原粒度のものから順に0.81% 0.64% 0.52% 0.48%と破碎程度は、次第に一定におちつく。

2-2 各種用材の締め固め特性

軟質水砕スラグの締固め試験は、JISA 1210 のC法(非乾燥)で含水調整した締固めエネルギーを5段階に設定して、プロクターランマーによる突固め法によつた。参考のため同材料を、b法(乾燥法)によつて行なつた結果と、他の材料の結果も比較として併記した。

図-2でも解るように軟質水砕スラグはエネルギー(E_c)が増せば当然密度が増大する。一方同じ E_c では、含水比(w)が異つていても密度変化は少ない。一例として、1.2C

法(図中の②)の場合、締固め度95%の乾燥密度 ρ_d は、 $\rho_d = 1.13 \text{ t/m}^3$ であるが、含水比の全域にわたつて締固め度95%以上が確保されている。

この傾向は、他のエネルギーの場合でも同じである。

以上のように w の相連による d の変化は少ないが、その中で傾向を探せば $w=0$ の絶乾状態と、水の分離が始まる直前付近で密度が最大を示す事である。

また軟質水砕スラグの締固め試験b法(乾燥法)、C法(排乾燥法)の結果を比較してみると、次の傾向がある。

(1)最適含水比 w_{opt} は、C法>b法であつた。

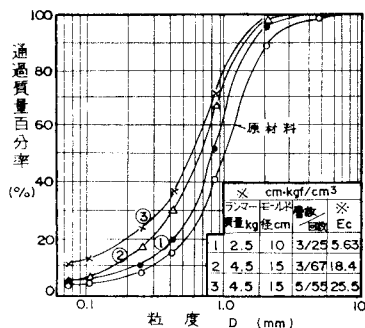


図-1 突固めによる粒度変化

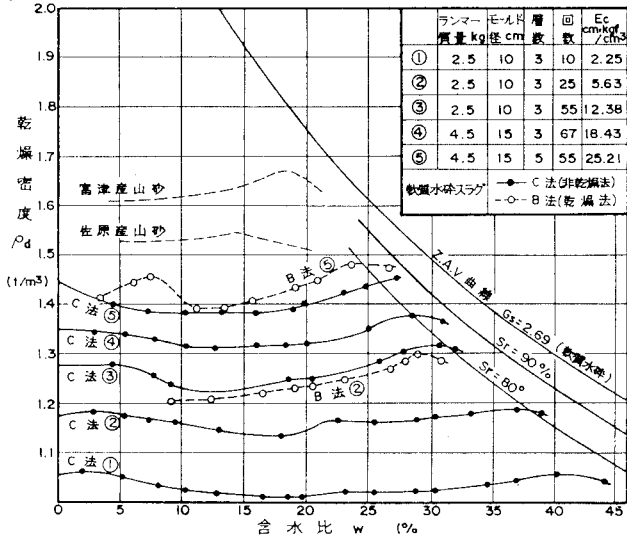


図-2 各種締固め法による締固め曲線

1.2 b 法は $w_{opt}=28.8\%$ であり1.2. C 法は、 $w_{opt}=36.8\%$ であつた。

(2)最大乾燥密度 ρ_{dmax} はC 法く b 法である。

1.2. b 法は、 $\rho_{dmax}=1.30t/m^3$ であり、1.2. C 法は、 $\rho_{dmax}=1.19t/m^3$ であつた。

これらの原因として、軟質水砕スラグは、その粒子内に多くの気泡をもつため、乾燥法(b 法)では含水を上げて行つても粒子の中心部は乾燥状態に近く、従つてエネルギーを加えた際に破碎されて密度が高くなるためと考えられる。また粒子と水がなじまないため早いうちに水の分離が初まるので w_{opt} が小さくなると考えられる。これより水砕スラグの締固め試験方法は、C 法の方が、より現場施工に近いと考えられる。

2-3 密度とエネルギーの関係

図-3 からも明らかのように、締固め試験(JISA 1210)の最大エネルギー($E_o=25.2cm\text{Kgf}/cm^2$)のほぼ半分のエネルギー($E_c=13.1cm\text{Kgf}/cm^2$)で、90%の締固め度が含水比に関係なく得られる事から、締固めに関して、施工性の良い材料と言える。また現場施工を考える際、転圧回数が問題となる事から同図に15tonのタイヤローラーで、撒出し厚10cmの場合の走行回数を示した。

3、透水係数と締固め度

締固め試験 JISA 1210, 1.2.b 法の w_{opt} (28.0%)に含水調整した軟質水砕スラグを、同法の ρ_{dmax} を締固め度 $D_c=100\%$ とし、 $D_c=70\sim 95\%$ の範囲に変化させたときの透水係数 K_{15} との関係を図-4 に示す。これより軟質水砕スラグの透水係数は、 $2.5 \times 10^{-1} \sim 5.3 \times 10^{-2} cm/sec$ の良好な範囲にあると言える。

4、せん断抵抗角と締固め度の関係

締固め試験 JISA 1210, 1.2. b 法による締固め条件で三軸圧縮試験を実施した結果を図-5 に示す。

図より密度を増大させる事に与えるせん断抵抗角 ϕ_d の増大割合は、ほぼ直線関係にあり、 $D_c=77\% \sim 90\%$ の範囲では、 $\phi_d=3.5+0.35D_c(^{\circ})$ の関係が得られた。なおこのときの軟質水砕スラグの最小乾燥密度(ρ_{dmin})は、 $0.78t/m^3$ で、締固め度(D_c)60.3%に相当する。

5、あとかき

一連の土質試験結果より、軟質水砕スラグの特徴である、軽量性、締固め性、透水性、せん断抵抗角の範囲の把握ができた。

またこの物性値は人工材料である事から、天然砂のようなバラツキが少ないため、土木力学特性値に対する信頼度は、天然のそれより高いものと考えられる。

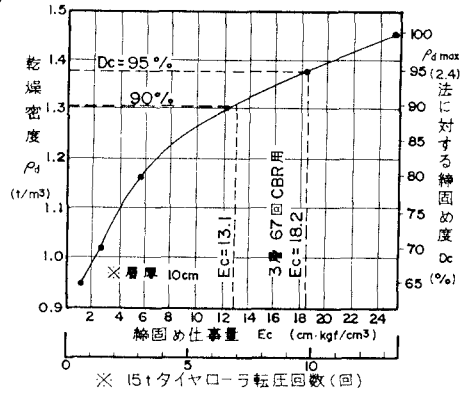


図-3 密度と締固め仕事量

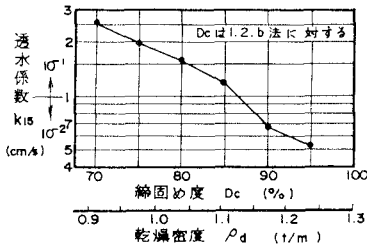


図-4 透水係数と締固め度

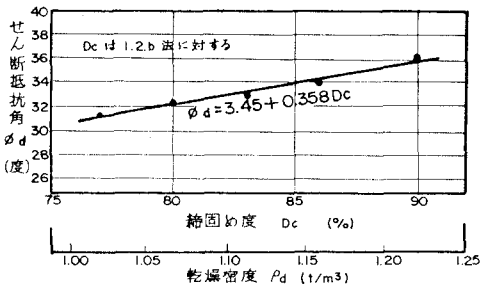


図-5 せん断抵抗角と締固め度