

日本鉄道建設公団 前理事 正会員 原島 龍一
 日本鉄道建設公団 青函建設局の正会員 金持 三平
 リフコンエンジニアリング(株)社長 伊東 靖郎

1. まえがき

従来、モルタルの強度、流動性は水セメント比、分散剤により支配されるものとされており、混練の際には砂の表面水量の測定を行なって単位水量を調節し、強度等の試験に供してきたが測定結果のバラツキは計量誤差、天然砂の粒度、キャビン等が大きな要因を占めるものと考えられ異常値は試験結果から除外されていた。

又、モルタルの流動性を表わす指標はフロー値のみであり、それがポネパビリティとどのような相関があるのか明瞭にされていない。さらに分離、ブリー징はモルタル及びコンクリートの宿命とされており、これらが構造上の弱点とならないような設計をしているのが現実である。筆者らは、独自の試験装置を開発し砂の初期表面水量及び空気量に注目し、これらモルタルの諸問題の解決をはかろうとするものである。

2. 実験装置

モルタルがビンガム系流体であることを考慮すれば、初期せん断応力降伏値が存在し、回転粘度計による測定値のみでは注入性を表現することは不十分であると推察される。そこで図1の如くの試験装置により、重力差を利用してモルタルを流下させ静止時の重力差により相対初期せん断応力降伏値(F_0)を測定する。

$$F_0 = \frac{\rho h}{L} \quad \dots\dots\dots (1)$$

さらに、モルタルがある空間を流動する場合にはモルタル中の砂やセメントの大きな粒子が間隙に充填し、流動を開始していく性質がある。この閉塞性も図1の試験装置によって測定する。すなわち F_0 を測定した後、ある一定のモルタルを流下せし再び同様の方法により初期せん断応力降伏値 F_0 を測定する。この両者の差から式(2)により相対閉塞係数(ΔF_0)を算定する。

$$\Delta F_0 = \frac{(h-h')}{(h_0-h)} \frac{\rho}{L} \quad \dots\dots\dots (2)$$

又、重力差によって空隙を流動させた時の圧力と速度の関係から式(3)により相対流動粘度係数(λ)を求めた。

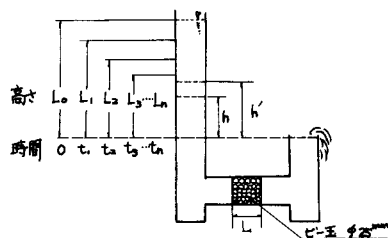


図1 流動性試験装置

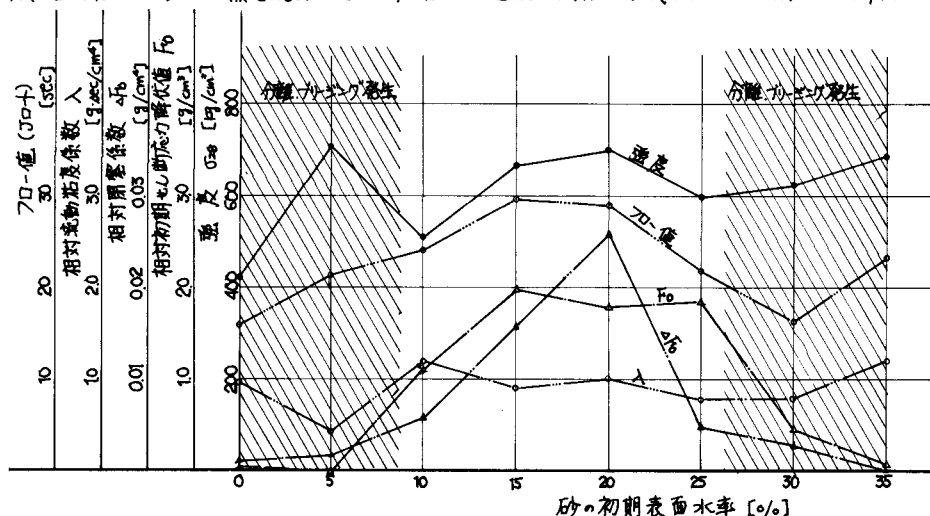


図3 試験結果

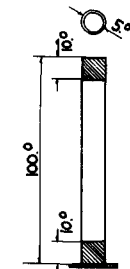


図2 分離試験器

$$\lambda = \frac{P_u}{U_f} \quad \dots\dots\dots (3)$$

但し、 $P_u = \frac{6+L}{2} \cdot P/L$, $U_f = \frac{6-L}{L}$, P_u : 透圧圧[kg/cm^2], L : 主入距離[cm], U_f : 空釜速度

分離性の検討は、図2の分離試験器(釜と環)にモルタルを流し込み1時間静置した後、上下部10 μ ずつ取りはずし通常の洗い試験によりモルタルと骨材の容重を測定し、比較する。

グリーゾング率判定はビニール紙を用いた。モルタル混練方法は、含水調整された砂にセメントを加え1分間攪拌し1時間静置した後、残りの水と分散剤を加え1分間攪拌する。含水調整の方法は、砂を完全に湿水させた後、減圧法で水を取り所望の表面水量に調整した。

3. 試験結果

試験結果は図3に示す通りである。配合は、 $W/C = 35 [\%]$, $s/c = 1$, 分散剤 1 $[\%]$ でセメントは普通ポルトランドセメント, 分散剤はアルキルアリルス10 α -硫酸系のもを使用した。

4. 考察

一般に、ある微粉体に徐々に水分を加えていくと図4の如く混合エネルギーが変動する。エネルギーの最も大きなCapillary域では、可塑性を示す。さらに水分が増加するとSlurry域となり水中に粒子が懸濁している状態となる。セメントがCapillaryからSlurry域に乾化する時の水セメント比はほぼ25%であることが他の実験により明らかとなっている。

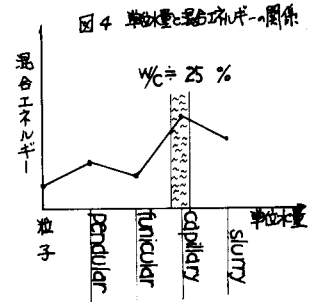
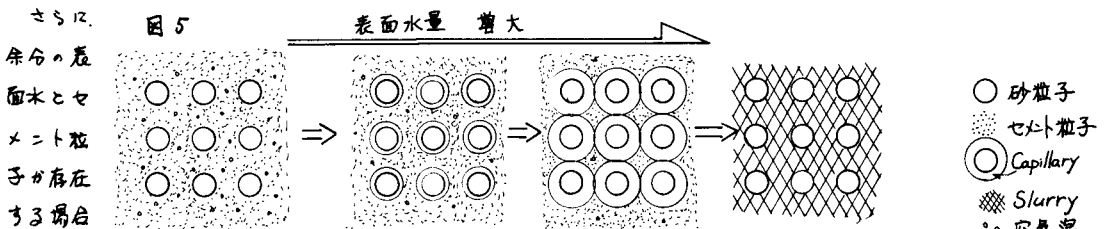
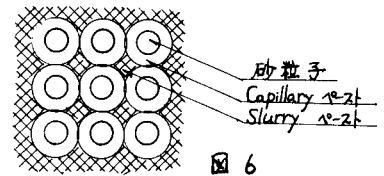


図5のモデル図に示す如く、砂とセメントを混練すると砂の表面水率に応じて砂の周囲に上述のCapillary域のモルタルが外皮殻を形成する。表面水量の増大にともない外皮殻は厚くなりある所定の表面水率の時にそれは最大厚になる。



には、Slurryペーストもしくは、セメント粉体として存在する。さらに二次混練を必要とする水セメント比に、く投入水を加えらるると図6の如く適当な表面水率の時には、砂粒子のまわりに可塑性のあるセメントペーストが外皮殻を構成し、それらは接触する。さらに周囲の空隙は、必要の水セメント比より大きいSlurryペーストで満たされている。図6の大きさは、一定通路を塑性流体が流動する際の抵抗であるから流体中の粒子の大きさにより大きく支配される。



この結果表面水率が15~25%付近で最大径となり、強度は20%で最大値をとる。さらに表面水が増すと前述Capillaryまでは径が拡大していくがミキシングの際、剥脱し20%付近で一定となり剥脱したセメントは団粒となり強度発現には寄与しない。この表面水率20%という値は砂固有のものである。さらに表面水量10~20%付近は付着するセメント量が少なく砂粒子が互いに点接触をしている為強度が小さくなる。

分離、グリーゾングが表面水量10~25%で発生しないのは表面水が存在する砂にセメント粉体が接するとその量により吸着現象がおこり造殻しグリーゾングとして導上する余剰水も中に閉じ込められグリーゾング現象の発生が見られないものと考えられる。上述を要約すると、モルタルには最適な表面水率が存在しその場合には流動性はやや悪くなるが、分離グリーゾングの少ない、パラツキの小さい圧縮強度の高いモルタルが得られる。