

九州大学 学生員 高 垣 泰 雄

〃 正 員 松 下 博 通

〃 〃 徳 光 善 治

## 1. まえがき

材料の乾燥収縮は多くの機構が複雑にかゝ合つて生じていることがわかつてゐる。現実の問題となる中高湿度領域におけるコンクリートの乾燥収縮機構は、そのほとんどが等方性可変性の細管張力による弾性変形および、その応力によつて生じる等方性不可変性の静水圧クリープ変形によるものである。また物理的吸着水の分離圧、脱着による固相の表面張力の変化もいくぶん影響を与へてゐるようである。

筆者等は、従来の研究結果より次に述べる定性則を結論を得てゐる。①ペーストのセメント1モル当たりの収縮量 $t_u$  (乾燥収縮量が単位セメント量C(%)で除した量、以下 $t_u$ と略す)は各材料において%と直線関係にある。② $t_u$ は配合実換率 $G_k$  (骨材の絶対容積比、以下 $G_k$ と略す)が30~70%程度の範囲においては $G_k$ によらず、各材料において一定であるが、同じ%のペーストの $t_u$ よりも小さい。③単一粒度の細骨材を用いたモルタルの乾燥収縮量は骨材の全表面積に比例する。本論文はこれらの結論に基づき、定量的にも考察をくわえたものであり、ほぼ満足する結論が得られたのでここに報告するものである。なお、乾燥収縮曲線は零点のずれを考慮して双曲線として実験式を求めた。これらの実験式は実験値とよく一致しているが、実験式に基づき考察を進めてゐる。

## 2. パーストの乾燥収縮

結論①に述べられているごとく縦軸に $t_u$ を横軸に%を取ると各材料において $t_u$ と%は直線関係にあり $t_u = p\% + q \dots (1)$ で表現できる。この式は全収縮量 $t$ を用いて、 $C t_u = t = pW + q \dots (2)$  ( $W$ : 単位木量(%) )とも書きかえられる<sup>3)</sup>。これらの関係と最小二乗法によつて求めた結果を図-1に示す。図-1の結果より(2)式を参照して、乾燥収縮の経時変化はほぼ単位木量 $W$ の係数 $p$ によつて定まてゐることがわかる。しかしこれらのペーストは%の高いものほど、凝固時のブリージング、プラスチックシュリンケージが大きく、硬化後のペーストの%は当初予定していた%より低いものとなっている。これは脱型時の供試体重量が、予測されていた重量より小さい事からも裏づけされている。特に%=80%のものは供試体重量より逆算すると%が60%程度となるが空気量もあるのださだかではない。しかしこれらの事実を考慮すれば単位木量 $W$ の係数 $p$ はもっと大きな値があることが予測される。

## 3. 連続粒度細骨材を用いたモルタルの乾燥収縮

図-2に%=50で%を変化させたモルタルの実験式、特に $t=14$ をゼロとした%=25のモルタルの実験式、

| 骨材    | %        | W   | C    | S   | 実験式                                      | 実験値  |
|-------|----------|-----|------|-----|------------------------------------------|------|
| I.1   | 35       | 528 | 1507 | —   | $f_u = t - \frac{1}{(31.80 + 0.7475 t)}$ | 1.34 |
| I.2   | 40       | 561 | 1402 | —   | $f_u = (t-1) / [23.55 + 0.5496(t-1)]$    | 1.82 |
| I.3   | 50       | 615 | 1224 | —   | $f_u = (t-2) / [15.61 + 0.3982(t-2)]$    | 2.51 |
| I.4   | 60       | 657 | 1095 | —   | $f_u = (t-6) / [11.74 + 0.3132(t-6)]$    | 3.19 |
| I.5   | 80       | 719 | 878  | —   | $f_u = (t-6) / [5.604 + 0.246(t-6)]$     | 4.06 |
| II.1  | —        | 104 | 16   | 832 | $f_u = (t-3) / [9.812 + 0.6910(t-3)]$    | 1.45 |
| II.2  | —        | 20  | 314  | 628 | $f_u = (t-2) / [7.89 + 0.6539(t-2)]$     | 1.53 |
| II.3  | 連粒       | 25  | 280  | 560 | $f_u = (t-1) / [11.87 + 0.6718(t-1)]$    | 1.49 |
| II.4  | (mm)     | 30  | 252  | 505 | $f_u = (t-2) / [11.71 + 0.6865(t-2)]$    | 1.46 |
| II.5  | (%)      | 440 | 211  | 422 | $f_u = (t-1) / [3.673 + 0.6625(t-1)]$    | 1.51 |
| III.1 | 25-50    | —   | —    | —   | $f_u = (t-3) / [11.87 + 0.778(t-3)]$     | 1.29 |
| III.2 | 2-2.5    | —   | —    | —   | $f_u = (t-3) / [11.31 + 0.7333(t-3)]$    | 1.36 |
| III.3 | 0.6-12   | 50  | 25   | 280 | $f_u = (t-2) / [11.03 + 0.6774(t-2)]$    | 1.48 |
| III.4 | 0.3-0.6  | —   | —    | —   | $f_u = (t-1) / [9.237 + 0.5990(t-1)]$    | 1.67 |
| III.5 | 0.15-0.3 | —   | —    | —   | $f_u = (t-1) / [5.598 + 0.5592(t-1)]$    | 1.77 |

表-1

ならびに比較のため%=50%のペーストの実験式を示す。ペーストの乾燥収縮は前述した通り、所定の%が得られていない。従つて実際の%=50%のペーストの $t_u$ 曲線は、実験式よりいくぶん勾配の大きな曲線が推定される。図-2から $G_k$ が30~70%程度のモルタルでは $t_u$ は $G_k$ によらずほぼ一定に存している事がある。%=40のモルタルの実験式が他さうわまわつてゐる。これは、 $G_k$ がほぼ70%に近いためにフロー値も107と非常に小さく、供試体への詰め込みが悪か、ためである。またモルタルの $t_u$ の経時変化は2週間程度ペーストの $t_u$ と大差ないが、それ以上になると大

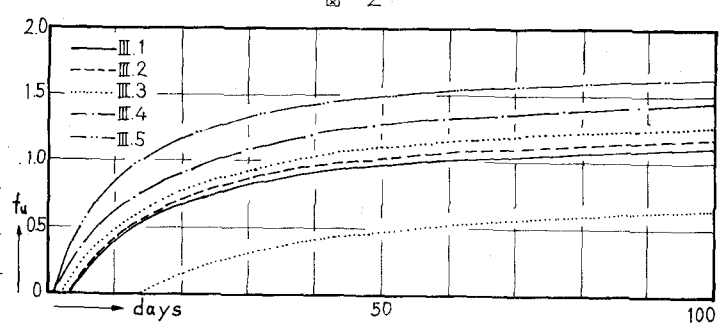
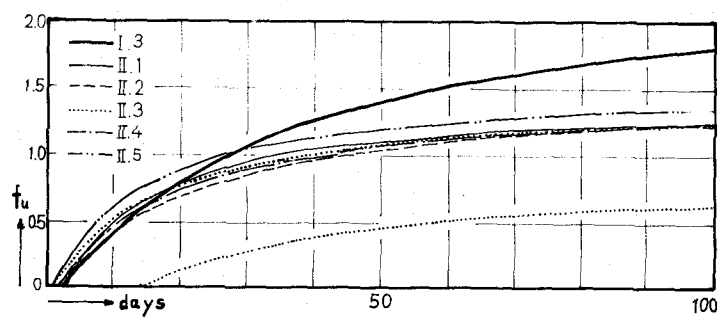
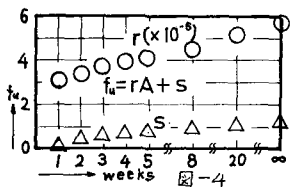
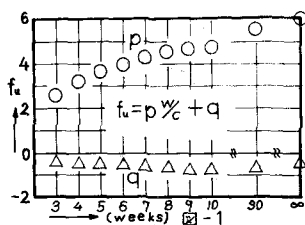


図-2

図-3

大きく差が開いてくることもわかる。  
これはペーストが等方等質材料であるのに対し、 $G_c$ が30~70%の範囲のモルタルは完全な複合材料であるため、毛細管張力による変形機構の差違によるものであると考えている。

#### 4. 単一粒度細骨材を用いたモルタルの乾燥収縮

図-3に $\% = 50\%$ 、 $\% = 25\%$ の細骨材の粒度を変化させたモルタルの実験式、特に $t = 14$ をゼロとした粒度0.6~1.2mmのモルタルの実験式を示す。図-3のそれと木の $f_u$ 変化曲線と比較すると、次のような重要な事実がわかる。つまり $f_u$ は $t = 14$ 以降において、骨材の粒度によらずほぼ同様の变化曲線を示す。換言するならば骨材の粒度の影響は、そのほとんんどが $t = 14$ までの初期の変化に寄与しているということである。結論③に述べられているように縦軸に $f_u$ 横軸に単位容積中の細骨材を完全球体として算出した全表面積 $A$ ( $\text{cm}^2$ )をとると、両者の関係は直線関係にあり各材料において $f_u = r \cdot A + s$ ...(3)と表現できる。0.15~0.3mmの粒度の細骨材を用いたモルタルの実験式は、 $t = 20$ 程度より前述の直線関係よりはずれ、小さな値を示している。これはこのモルタルのフロー値が106と非常に小さく、供試体打設時の詰込みがあるから、たまたまであろう。従って、0.15~0.3mmの粒度の細骨材を用いたモルタル以外の他の4種のモルタルの実験式より最小二乗法によって係数 $r$ 、 $s$ を算出した。その結果を図-4に示す。 $A$ の係数 $r$ が次第に大きくなっている。これは骨材表面の物理的吸着水の影響のあらわれであると推定される。(3)式の関係から連続粒度細骨材を用いたモルタルの $f_u$ 変化は、その細骨材の粒度分布より単一粒度細骨材を用いたモルタルの実験式を重ね合わせることにし、ほぼ推定される。ちなみに $\% = 50\%$ 、 $\% = 25\%$ の連続粒度の細骨材を用いたモルタルの $f_u$ の収束値を試算すると1.60となる。実際の実験式の収束値は1.49であり、その誤差は6%程度であった。この計算を各材料についておこなうと計算値は常に実験式の値とちがわず。これは単一粒度細骨材を用いたモルタルが連続粒度細骨材を用いたモルタルに比べて供試体への詰込みが悪く $f_u$ が大きじたためである。重ね合わせが一致していることは図-2の $t = 14$ 以降の $f_u$ 変化が図-3のそれとほぼ同様のであることを示している。ここで(3)式は $\% = 25\%$ の時のみに成立する式であるが、結論③より、 $G_c$ によるものと仮定すると次式が成立する。 $f_u = p \cdot \sum (\alpha_i / d_i) + s$ ...(4)、 $\sum \alpha_i = 1$  ( $\alpha_i$ は $d_i$ と $d_{i+1}$ 間の面体積平均粒径<sup>\*)</sup>) この式の適合性は本実験ではよく一致している。

参考文献；1)建築材料の乾燥収縮増大；岸谷ら，セメント工誌，No.346 Dec. 1975

2)コンクリートの乾燥収縮に及ぼす配合の影響；松田下，第30回年次学術講演会要集 V-55

3)コンクリートの配合と乾燥収縮の関係について；日本セメント株式会社研究所，セメント工業 1974年 11月号

4)乾体のフロー値について；徳光善治，粉体工学 1965年 9月号