

清水建設(株) 正会員 今井 実

1. まえがき

コンクリートの低温圧縮強度の増加は、温度およびコンクリート中の含水状態によって影響されることが数多くの研究者によって指摘され、温度および含水率を関数とした実験式も報告されている。しかし低温圧縮強度増加の原因を明らかにした報告はない。本報告は、残留含水比に着目することにより、低温圧縮強度増加の原因を明らかにし、低温圧縮強度増加量の推定方法について考察するものである。

2. 試験概要

使用材料は、普通ポルトランドセメント、富士川産の川砂(比重2.61, 吸水率2.36%), 川砂利(比重2.63, 吸水率1.24%), 混和剤(ボゾリスN08)である。水セメント比、単位水量は表-1の通りとした。試験体は、 $\phi 10 \times 20$ cmの円柱供試体である。試験体は、枚令28日まで $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 水中養生し、枚令29日以後は 20°C , 60 $\pm$ 5%RHの恒温恒湿室で1, 3, 7, 14, 28日間放置するものと、28日間放置した後 110°C 乾燥炉で5時間乾燥させたもの、 110°C 乾燥炉の中に7日間放置し絶乾状態とするものとした。この面試験体の重量を測定した。湿潤状態時の含水量は、枚令28日まで水中養生した試験体重量から 110°C 乾燥炉の中に7日間放置したときの試験体重量を差引いた値である。試験温度は -50°C である。低温圧縮強度増加量は、 -50°C 下の圧縮強度から常温下圧縮強度を差引いた値である。

コンクリートの含水率は(1)式、残留含水比は(2)式で求めた。

$$\text{コンクリートの含水率} = \frac{\text{湿潤状態重量} - \text{絶乾重量}}{\text{絶乾重量}} \times 100 (\%) \quad (1)$$

$$\text{残留含水比} = \frac{\text{試験体に残っている水の量(残留水量)}}{\text{湿潤状態時の含水量}} \times 100 (\%) \quad (2)$$

ここに 湿潤、気乾および絶乾重量は $\phi 10 \times 20$ cm試験体の重量をさす。

表-1 水セメント比および単位水量

要 因	水 準
水セメント比	43, 53, 63 %
単位水量	135, 155, 175 %

3. 試験結果と考察

(1) 湿潤状態時の含水量と含水率

表-2に示す試験結果から、単位水量が一定で水セメント比が異なる場合、水セメント比が一定で単位水量が異なる場合の湿潤状態時の含水量と含水率は異なることが認められる。たとえば単位水量175%、水セメント比63%と単位水量135%、水セメント比43%との間には、含水量で87%、含水率で3.36%の差がある。湿潤状態時の含水量は、配合から求められる含水量と水中養生中に吸水した水の量から成っている。配合から求める含水量は(3)式で表わせる。

$$W_p = W + S_a + G_a - C \cdot R_g \quad (3)$$

ここに W_p : 配合から求める含水量 (% cm^3)

W : 単位水量 (% cm^3)

S_a : 細骨材の吸水率 (% cm^3)

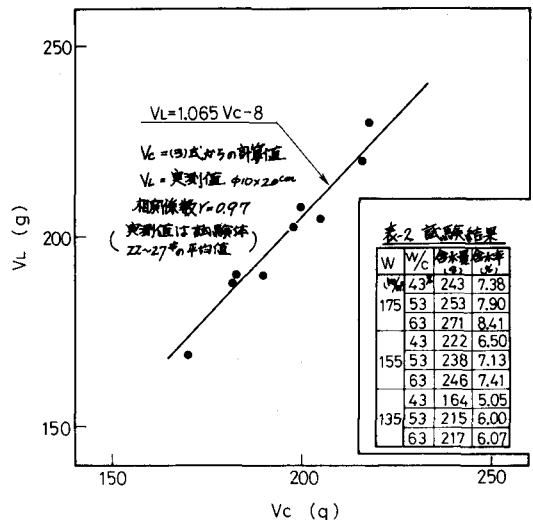


図-1 (3)式から求めた含水量と実測値との関係

Ga: 粗骨材の吸水量 (kg/m³)

C: 単位セメント量 (kg/m³)

f_{ty}: 水和率 (概ね28日で w/c=43%の水和率は17.5%, w/c=53%は19.8%, w/c=63%は23.5%を使用した。)

(3)式から求めた含水量を重量比(φ10×20^{mm}の試験体の脱型時重量/配合の単位重量)でφ10×20^{mm}試験体に換算した計算値(V_c)とφ10×20^{mm}試験体の実測値(V_L)との間には図-1に示すようによい相関(相関係数 $r=0.97$)があることが認められる。したがって(3)式から求めた計算値に、水中養生中の吸水量を加えることにより湿潤状態時の含水量が推定できるものと思われる。水中養生中の吸水量は、湿潤状態時の含水量の11~16%をしめている。

(2) コンクリートの含水率と低温圧縮強度増加量(Δf_{tc})との関係

コンクリートの含水率と低温圧縮強度増加量との関係は図-2に示す通りである。含水率とΔf_{tc}との間には、ほぼ単位水量ごとに直線的な関係がある。Δf_{tc}は同一含水率でも単位水量によって異なり、単位水量が小さいほど大きくなる。以下に同一含水率でΔf_{tc}が異なる原因について検討してみる。まずオーに、コンクリート中の含水量が同一含水率でも単位水量によって異なるものと考えたが図-3に示す通り、同一含水率で単位水量が異なってもコンクリート中の含水量はほぼ同じ値であった。よって含水量には影響されない。次に含水率を残留含水比に置換えると、コンクリート中の含水量が同じでも、湿潤状態時の含水量にしろる残留含水量の割合は図-4に示すように同一含水率で明らかに異なることが認められた。

(3) 残留含水比と低温圧縮強度増加量との関係

残留含水比と低温圧縮強度増加量との関係は図-5のようになる。残留含水比とΔf_{tc}との間には、水セメント比、単位水量が異なってもほぼ2次曲線で相関性が認められる。したがってΔf_{tc}は残留含水比に支配される。

(3) まとめ

い湿潤状態時の含水量は(3)式から求めた計算値と水中養生中の吸水量の和で求める。

い低温圧縮強度増加量は、コンクリート中の含水量に影響されず、同一含水率でも単位水量によって異なる。

い低温圧縮強度増加量は、水セメント比、単位水量が異なっても、残留含水比を関数として推定できる。

今後、-30℃、-100℃で試験を行い、低温圧縮強度増加量の推定を、温度と残留含水比の関数として検討する予定である。

参考文献

1. 後藤三甫「極低温下におけるコンクリートの性質」コンクリート工学Vol.15, No.11, 1977年

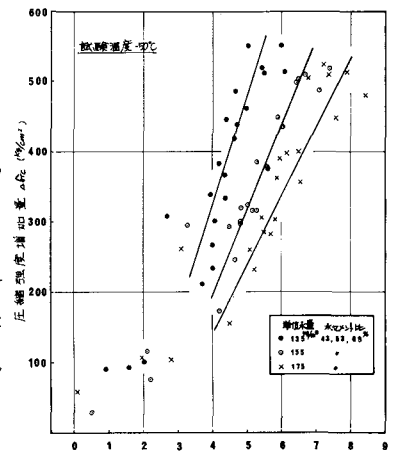


図-2 コンクリートの含水率(%)
含水率と圧縮強度増加量との関係

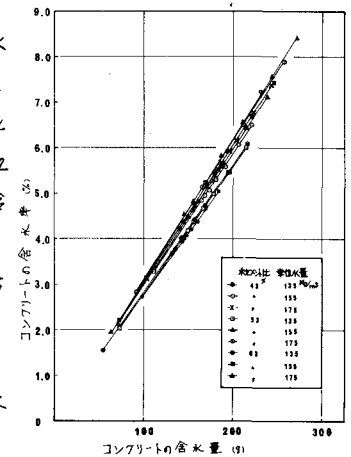


図-3 含水量/含水率との関係

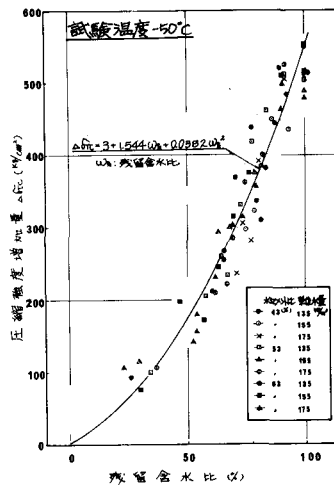


図-5 残留含水比と圧縮強度増加量との関係

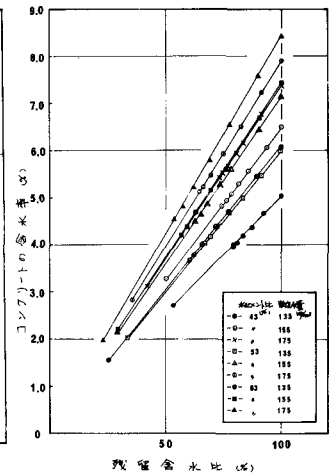


図-4 残留含水比と含水率との関係