

乾燥を受けるモルタルの引張強度について

広島大学 正会員 田澤 栄一
広島大学 正会員 宮沢 伸吾
大成建設(株) 重川 幸司
広島大学 正会員 ○三宅 啓文

1. まえがき

自己応力を受けるコンクリートの破壊条件は、最大応力説により検討されるのが一般的であり必ずしも十分とはいえない。本研究では、乾燥を受けたモルタルの純引張強度及び曲げ強度を測定するとともに、乾燥収縮応力の実測を行ない、乾燥を受けるモルタルの引張破壊条件について検討する。

2. 実験概要

使用材料は表-1に、モルタルの配合は表-2に示す。

供試体は打設後2日で脱型し、材令7日まで20℃で水中養生した。乾燥させる場合は、20℃、50% R. H. の恒温恒湿室に静置した。断面内分布の異なる乾燥収縮応力を発生させるため、供試体の相対する2面に乾燥部分を設け、乾燥幅 a を0, 2, 4, 10, 40mmと変化させた。なお、乾燥面以外はアルミ箔テープでコーティングした。純引張強度試験は図-1に示す供試体を用い、荷重速度は0.17kgf/d/secとした。曲げ強度試験は図-2に示すように乾燥面が上縁、下縁になるように三等分点荷重により行なった。供試体長手方向の乾燥収縮応力の測定は切込み法あるいは、切込み法により行なった。

表-1 使用材料

セメント	早強ポルトランドセメント(比重3.14)
細骨材	風化花崗岩系山砂(F.M.:3.00, 比重:2.59, 吸水率:1.14%)
混和剤	リグニンスルホン酸塩系AE減水剤(wr) ナフタリン系高性能減水剤(sp)
混和材	シリカフューム(比表面積 2×10^5 cm ² /g)

表-2 モルタル配合

W/C (%)	S/C	単 位 量 (kg/m ³)				
		W	C	S	Si	ad. (cc)
30	1.00	288	883	981	98	9800(sp)
50	2.50	282	563	1408	0	1408(wr)
70	3.12	317	452	1408	0	704(wr)

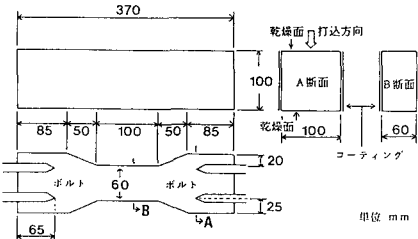


図-1 純引張強度用供試体

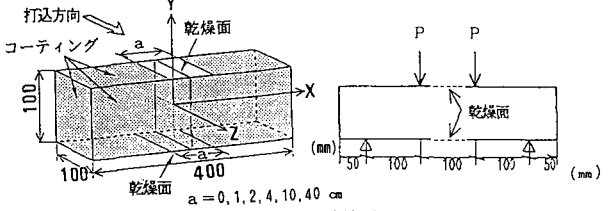


図-2 曲げ強度試験方法

3. 結果および考察

2面乾燥を受ける供試体 ($a = 40$ mm) について供試体長手方向の乾燥収縮応力の断面内分布を(1)式に示す2次曲線で近似し、切込み法より測定した。

$$\sigma_{x=0} = 6 \cdot \sigma_{max} \{ (y/h)^2 - (1/12) \} \dots \dots (1)$$

ここに、 σ_{max} : 乾燥面における乾燥収縮応力 h : 供試体高さ y : 断面中央からの距離

部分乾燥を受けるモルタル ($a = 2 \sim 10$ mm) の乾燥収縮応力は切込み法により測定した。

表-3は、 σ_{max} の実測値を示したものである。

乾燥収縮応力の実測値を基に、断面内の応力分布を考慮して強度の算定を以下の仮定のもとで行なった。

表-3 乾燥収縮応力の実測値 (σ_{max})

W/C (%)	乾燥期間	乾燥幅 a (mm)			
		2	4	10	40
30	3日	16.4	18.9	61.5	34.4*
	7日	33.4	51.8	14.4*	15.9*
50	7日	15.6	21.1	28.4	29.0
	28日	—	—	—	30.4
70	7日	5.4	11.6	24.2	15.9
	14日	10.1	19.8	21.9	20.6
測定方法		切込み法			切断法

*: 乾燥収縮ひびわれ発生

- ①引張応力下の応力-ひずみ関係は図-3に示すものとする。
 ②圧縮応力下の応力-ひずみ関係に対してはフックの法則が成立する。
 ③乾燥収縮応力は弾性限界以下とする。
 ④荷重によるひずみにに対しては平面保持が成り立つ。

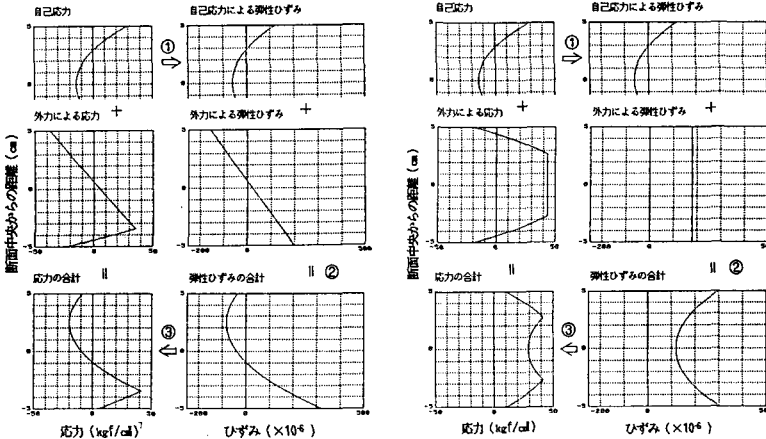


図-5 曲げ荷重時ひずみ・応力分布の計算経路(番号順)

図-9 引張荷重時ひずみ・応力分布の計算経路(番号順)

図-4は、以上の仮定から求めた ε_b と k および M の関係を示したものである(図-5参照)。同図における曲げモーメントの最大値として破壊モーメント(M_u)が求められる。なお、モルタルの引張強度および静弾性係数には水中養生終了直後における実測値を用いた。図-6~8は、乾燥面における乾燥収縮応力と破壊曲げモーメントの結果を示したものである。 $W/C=50\%$ および 70% では実測値はほぼ計算値と一致している。しかし、 $W/C=30\%$ では、実測値が計算値に比較してかなり小さくなっている。

同様の方法で純引張強度の算定を行なった(図-9)。図-10は、算定結果を示したものである。曲げ強度の場合と同様に $W/C=50\%$ および $W/C=70\%$ については、算定値が実測値と概ね一致しているが、 $W/C=30\%$ の場合に実測値が大幅に小さくなっている。以上のように $W/C=30\%$ の場合に曲げ強度や引張強度の実測値が算定値を大幅に下回ったのは乾燥収縮ひびわれ(深さ1mm程度)の影響が大きいためと考えられる。その他の場合は、乾燥収縮ひびわれの影響は無視できると考えられ、乾燥収縮応力を考慮した断面内応力分布の検討により曲げ強度および引張強度の評価が可能と考えられる。

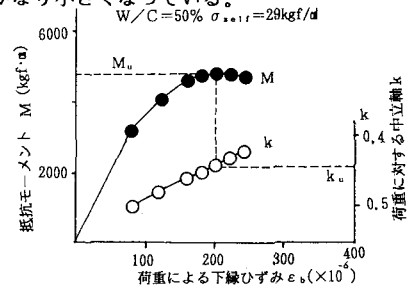


図-4 ε_b に対する k および M の計算値

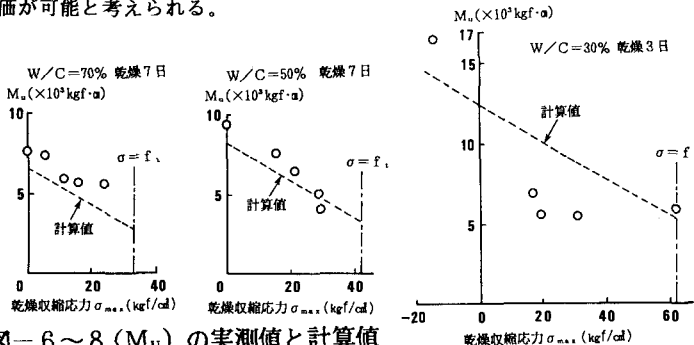


図-6~8 (M_u) の実測値と計算値

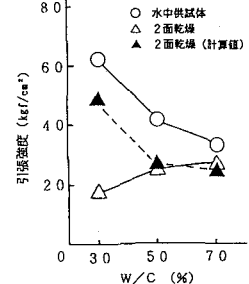


図-10 引張強度の実測値と計算値の比較