

## 部分乾燥を受けるモルタルの自己応力について

|        |     |        |
|--------|-----|--------|
| 広島大学   | 正会員 | 田澤 栄一  |
| 広島大学   | 正会員 | 宮沢 伸吾  |
| (株)大林組 |     | 柏木 勉   |
| 広島大学   | 学生員 | ○重川 幸司 |

## 1. まえがき

従来、自己応力を生じたコンクリートの破壊条件は、外力による応力と自己応力の単純な重ね合わせから求まる最大応力が強度であるとして求められてきたが、乾燥収縮応力や温度応力と外力の重ね合わせの実験結果<sup>1) 2)</sup>などから、この方法は再検討する必要があることが明らかとなった。

本研究では局部的に乾燥を受けるモルタル供試体について、乾燥部分の面積を変化させることによって断面内の自己応力分布形状を変化させ、外力系から生じる曲げ応力との重ね合わせ効果について検討した。

## 2. 実験概要

セメントには早強ポルトランドセメントを使用し、モルタルの配合は $W/C=0.50$ 、 $S/C=2.5$ とした。図-1は曲げ強度試験用供試体を示したものである。供試体は相対する二面に乾燥部分を設け乾燥幅 $a$ を14、10、40cmと変化させ、乾燥面以外はエポキシ樹脂系接着剤などでコーティングした。モルタル打設後2日で脱型し、材令7日まで $20^{\circ}\text{C}$ で水中養生し所定乾燥期間まで $20^{\circ}\text{C}$ 、50% R.H.の恒温恒湿室内に静置した。また曲げ強度試験は供試体の乾燥面を上下縁として三等分点載荷により行った。

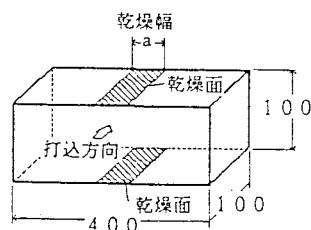


図-1 曲げ強度試験用供試体

部材内に生じている自己応力は断面内で釣合っているため、供試体の一部を切断すれば弾性変形を生じる。この変形量の測定から自己応力分布を求める方法、即ち除去法により二面から乾燥を受けるモルタル（乾燥幅40cm）の自己応力を測定した。図-2に示すように供試体を乾燥面と平行な面で切断し、軸方向ひずみ分布の切断前後の変化量を電気抵抗線ひずみゲージにより測定した。尚切断を容易にするため供試体の幅を4cmとした。 $(\text{cm}^2/\text{day})$

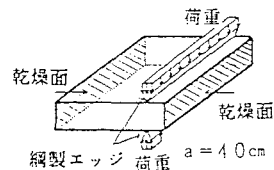


図-2 供試体の切断方法

## 3. FEMによる応力解析

乾燥に伴うモルタル中の水分の移動が拡散方程式に従うと仮定し、有限要素法を用いた二次元非線形非定常解析を行い、更にモルタル内部の応力分布を有限要素法による二次元弾性解析により求めた。拡散係数は図-3に示すように、表面係数は $0.2 \text{ cm/day}$ 、最終脱水率は6.2%とした。モルタルのクリープは、有効弾性係数により考慮し、非拘束自由収縮ひずみは脱水率に比例すると仮定し、乾燥幅40cmの場合について自己応力の解析値と除去法による実測値がほぼ一致するように定めた。

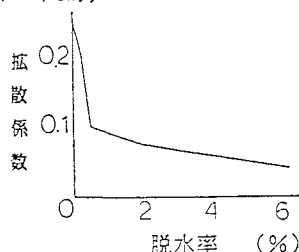


図-3 脱水率と拡散係数の関係

## 4. 結果及び考察

乾燥幅40cmの供試体について、乾燥収縮によりモルタルに生じる自己応力の測定を除去法により行った。図-4は供試体切断により生じるひずみ変化量の分布の測定値を、図-5はこの測定結果を用い、自己応力分布を二次曲線で近似して算出した結果を、FEM解析値と共に示したものである。この図より

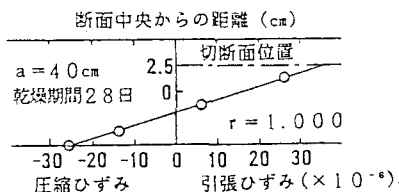


図-4 供試体切断により生じるひずみ

実測値と解析値はほぼ一致していると言える。

図-6は乾燥面中央における断面内の自己応力分布を示したものである。乾燥

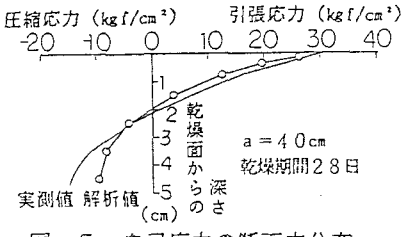


図-5 自己応力の断面内分布

面における引張の自己応力の大きさは、図-7に示すように乾燥幅に大きな影響は受けないと言える。しかし乾燥幅が小さい程、乾燥面から供試体内部方向への引張応力の減少の程度が大きい、つまり引張応力の作用する領域が小さくなる傾向が認められる。図-8及び図-9は、部分乾燥を受けるモルタルの曲げ強度の測定結果を示したものである。曲げ強度は乾燥を受けることにより低下し乾燥期間7日で極小値を示した。また、乾燥幅が1 cm~10 cmの範囲では、乾燥幅が大きい程曲げ強度の低下は大きくなった。図-10は、FEM解析により求めた乾燥面における引張の自己応力と曲げ強度試験値の低下率との関係を示したものである。乾燥面に生じている引張の自己応力の大きさが同じでも曲げ強度の低下率

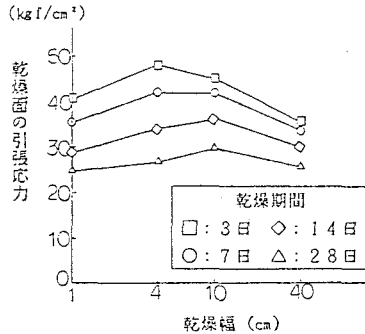


図-7 乾燥面における自己応力 (FEM)

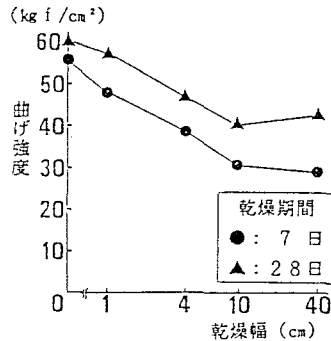


図-9 乾燥幅と曲げ強度の関係

は乾燥幅により大幅に異なっている。図-11は、自己応力の分布範囲を考慮するための一つの方法として、自己応力(FEM解析値)が引張応力である領域の断面積を自己応力に乗じて求めた引張力和曲げ強度の低下率の関係を示したものである。両者の関係は乾燥幅即ち自己応力の分布形状に大きな影響を受けず、良い相関を示している。従って曲げ破壊条件は自己応力と外力による応力の単純な重ね合わせによる最大応力では決定されず、自己応力の分布形状をも考慮して決定される必要があると考えられる。

#### 【参考文献】

- 1) 田澤栄一他：乾燥を受ける無筋コンクリートの自己応力について、コンクリート工学年次講演会論文集、1988
- 2) 桑原隆司：マスコンクリートの温度ひびわれ発生の危険性評価に関する研究、清水建設研究報告No.16、1986

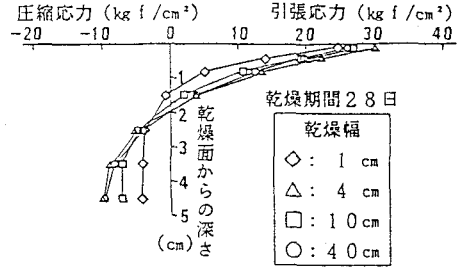


図-6 自己応力の断面内分布 (FEM)

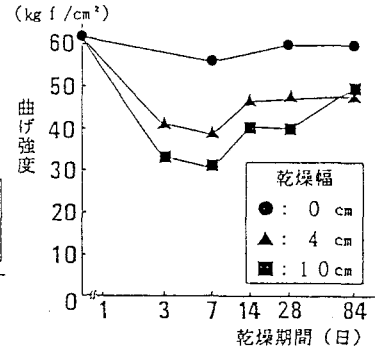


図-8 曲げ強度の経時変化

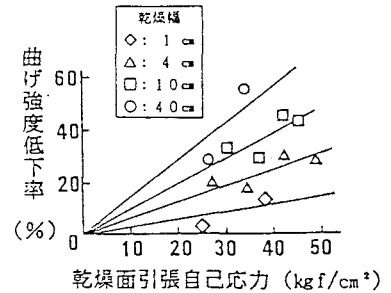


図-10 乾燥面自己応力と曲げ強度低下率の関係

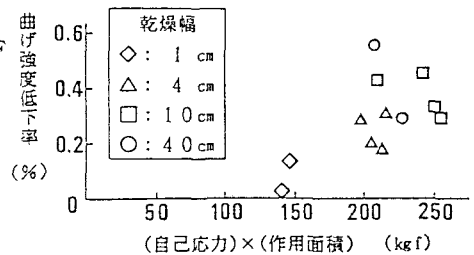


図-11 (自己応力) × (作用面積) と曲げ強度低下率の関係