

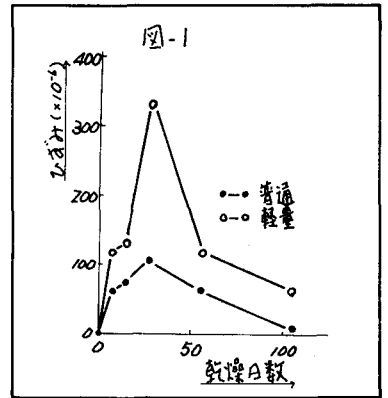
岩手大学 正員 藤原 忠司
 " 正員 椎子 国成
 " 学生員 〇 飯泉 章

1. まえがき

本文の目的は乾燥過程において軽量コンクリート中に発生する内部応力を実験的に求め、既往の理論的解析方法の本問題への適用妥当性を検討することにある。

2. 実験概要

乾燥過程で発生する応力のうち、引張および曲げ強度が著しく低下する問題の観点からは表面部に発生していると思われる引張内部応力に着目する必要がある。この応力は一種の残留応力であり、主として金属を対象として開発されている方法を用いれば直接的に測定可能であるが、実際には実験の技術上きわめて測定がむずかしい。そのため、この応力を直接測定した例はほとんど見受けられず、筆者らの測定した例が唯一といっても過言ではないと思われる。図-1にその測定結果を示す。これは、供試体寸法 $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ の普通・軽量両コンクリートを5面にコーティングを施し一面 ($4 \times 4 \text{ cm}$) からのみ乾燥させ所定の乾燥日数で乾燥面から約 1 cm の箇所を瞬間的に切断し、乾燥面付近に生じている引張内部応力を測定したものである。図から、確かに引張内部応力が存在していること、また、引張内部応力は経時変化しある乾燥日数で最大値を示すことが認められる。また、普通・軽量の両コンクリートの引張内部応力の最大値を比較すると軽量コンクリートの方が普通コンクリートよりもかなり大きく、乾燥時の諸強度低下は軽量コンクリートに特有の現象であることが分かる。しかし、このような実験方法では、内部応力存在の確認および乾燥にともなうその経時変化の傾向が分かるだけであり定量的把握にはまだ遠い。



直接的測定が困難なため、今回は以下に述べる間接的な測定方法を試みた。なお、内部応力を間接的に求める方法は二、三の研究家達によって試みられているが、必要の諸因子を全て実験的に求めたものではなく、また結果の実証性も乏しいのがほとんどであると考えられる。ここでは本問題の理論化の前段階として諸量を全て実験的に明らかにするよう努めた。

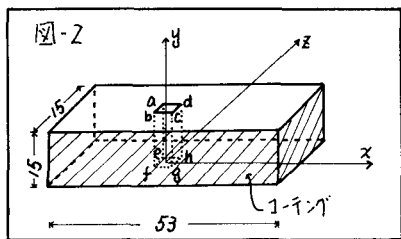
乾燥にともなう諸強度低下の問題は主として軽量コンクリートに特有の問題であるが、比較のため作製した供試体は表-1のように容積配分が同一の普通・軽量両コンクリートの2種類とした。図-2のように乾燥が一方向だけにけられる供試体と考えると、乾燥過程で表面部から内部にかけて含水量の勾配が形成される。この勾配が応力発生の一因とされる。この勾配が応力発生の一因とされる。この勾配が応力発生の一因とされる。

コンクリートの種類	粗骨材最大粒径 (mm)	水セメント比 (%)	スラング (%)	細骨材率 (%)	単位量				粗骨材容積率 (%)	粗骨材容積率 (%)	水中養分 (%)
					水 (kg/m³)	セメント (kg/m³)	粗骨材 (kg/m³)	細骨材 (kg/m³)			
普通	15	50	7.5	46	187	374	780	359	川砂利	4	28
軽量	"	"	"	"	"	"	"	"	人軽骨	9	"

* 細骨材：岩手県産石川産 (比重 2.53)
 川砂利： (" 2.55)
 人工軽骨材：非造粒型 M (" 1.15)

乾燥にともなう諸強度低下の問題は主として軽量コンクリートに特有の問題であるが、比較のため作製した供試体は表-1のように容積配分が同一の普通・軽量両コンクリートの2種類とした。図-2のように乾燥が一方向だけにけられる供試体と考えると、乾燥過程で表面部から内部にかけて含水量の勾配が形成される。この勾配が応力発生の一因とされる。この勾配が応力発生の一因とされる。この勾配が応力発生の一因とされる。

けから乾燥させ、所定の乾燥日数で乾燥面付近から順次厚さ1 cmの薄片に割製し、割製直後と飽和後との薄片の重量を測定して各位置での含水量を求める。コンクリート中での水の流れが沢式のような拡散方程式で表現可能かどうかを得られた結果と対比し検討することにより理論化の第一歩になると考えられる。


$$\frac{\partial w}{\partial t} = k \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \quad t: \text{時間} \quad k: \text{擴散係數}$$

形成された含水量の勾配に対応し、コンクリート中の各部分は x 方向に固有の体積変化を行なおうとする。このひびきを y と z とすると、この値を知るためには w と S の関係を知る必要がある。この関係は供試体寸法や測定方法などによって異なることと懸念されるに、表-2のようなる種類の実験条件で測定を行なった。このようにして、含水量の分布が固有体積変化分布に変換されることになる。Pickett⁽²⁾はこの固有体積変化の分布が拡散方程式に従うとし、次のように解いている。

表-2

方程式: $\hbar \partial^2 S / \partial y^2 = \partial S / \partial t$

境界条件: $y=0$ 处 $\partial S/\partial y=0$, $y=b$ 处 $\partial S/\partial y=(S_\infty-S)/\rho_e$

初期条件: $(S)_{t=0} = 0$

$$\text{解} : S = S_{\infty} - \sum_{n=1}^{\infty} A_n e^{-\frac{kI}{b^2} \beta_n^2} \cos \beta_n y / k$$

この解法の妥当性も得られた結果より確認できる。

コンクリートは連続体であるため内部の各部分は互いに拘束し合い、上に求めたそれぞれの固有体積変化を任意に実現することはできない。そこで実際にス方向に生ずるひびきを ϵ_k 、 γ とすれば、これらによって図-3のような方法により実現可能である。 S と ϵ との値により内部応力によって生ずるス方向のひびきを次のようになる。

$$\xi = \varrho + \mathcal{S}$$

このようにして求まった ε を応力 $\sigma(t, y)$ に変算する必要があるが、この場合弾性的な応力-ひずみ関係を用いることはできない。なぜなら内部応力は一種の持続応力であり、ひずみ ε にはクリープひずみが含まれるからである。そのため、持続応力とひずみの関係を知る必要がある。この関係は次のようにして求まる。図-4のようなこの原理を応用した実験装置を作製し、たとえば供試体のひずみが上に求めた表面部のひずみ $\varepsilon_{yb}(t)$ に等しくなるように荷重 W を経時的に調節する。この W から供試体に働いている応力を求めれば、それが表面部での引張内部応力に相当する。

求めた応力の値の妥当性を次のようにして検討する。所定の乾燥日数で図-2の供試体の曲げ強度を測定し σ_b とする。同時に内部応力が発生していない(たとえば絶乾状態)供試体についても測定を行ないその曲げ強度を σ_0 とする。この両者の差、すなわち $\sigma_i = \sigma_b - \sigma_0$ が内部応力に相当する。 α でこの値を上述の方法で求めた内部応力と比較すれば妥当性が検討できることになる。

3. 實驗結果

実験結果については当日会場にてスライドを用いて説明する。

おわりに、本研究をするにあたり終始御指導戴いた東北大学教授後藤幸正先生に深甚の謝意を表します。

〈参考文献〉

- (1) 藤原：土木学会第28回年次学術講演会講演要集 V-86

- (2) Pickett, G : " Shrinkage Stress in Concrete" Journal of A.C.I Vol. 17, No4, Feb 1946

