V-33　　温度履歴を受けたコンクリートの引張強度に関する一考察

フジタ工業（株）技術研究所　正員　○渡辺直樹・伊藤祐二・青景平昌
同　上　　　　　　　　　　　正員　細川芳夫・小谷勝昭・鎌田正孝

1．　はじめに

温度履歴を受けたコンクリートの圧縮強度，割裂引張強度，曲げ強度などを実験し，これらの結果より，積算温度と，強度の関係，圧縮，割裂引張，曲げ強度相互の関係について研究し，圧縮強度を指標として，静弾性係数，割裂引張強度，曲げ強度の関係を既往の研究と比較する。また，曲げ強度／割裂引張強度と弾性係数より，引張限界ひずみについて検討する。

2．　積算温度と圧縮強度との関係及び各強度の相互関係について

2．1　積算温度と圧縮強度の関係

積算温度（° D・D）と圧縮強度比（840° D・Dの強度を1とした場合の各積算温度に於ける強度比）の関係を図1に示す。両者の間にはほぼ直線関係が認められるが，配合などによっては，あるていどのバラツキのあることを示している。

近似式は σ/σ_{840} = 0.60log(°D・D) − 0.75 であらわすことができる。同様に他の強度も積算温度とほぼ直線関係が認められる。

2．2　圧縮強度と弾性係数の関係

両者間の関係を $E_c = C \cdot \rho^{1.5}\sqrt{\sigma_c}$ （C：定数，ρ：比重）と仮定し，近似式を求めると，今回の場合 $E_c = 4560 \cdot \rho^{1.5}\sqrt{\sigma_c}$ となり，従来の実験式と同様な結果となった。

2．3　圧縮強度と引張強度の関係

$\sigma_t = A\sigma_c^B$ の形の実験式が多いが，σ_c が150−350 kg/cm^2 の範囲では，$\sigma_t = 1/(A + B/\sigma_c)$ の形の式で近似した場合良い一致をみた。

2．4　引張強度と曲げ強度の関係

種々の実験式があるが，$\sigma_b = A\sigma_t + B$ と仮定し近似式を求めると今回の場合，$\sigma_b = 0.93\sigma_t + 17.7$ となり，セメント協会式と近い値となった。この式は変形すると $\sigma_b/\sigma_t = A + B/\sigma_t$ となり，引張強度が大きくなると σ_b/σ_t は小さくなることを示している。

3．　引張限界ひずみについて

塑性範囲を含めた応力−ひずみ曲線は，コンクリートの強度をはじめ多くの要因によって異なるが，図5に示した模式図が利用される場合が多い。応力−ひずみ関係を図5のように完全弾塑性と仮定し，引張限界

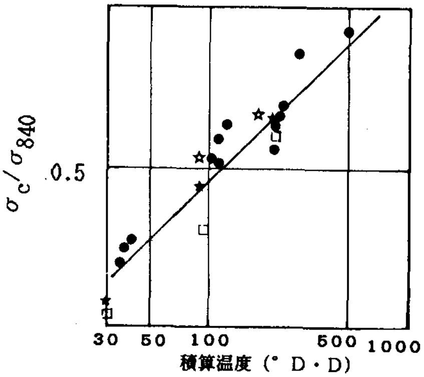

図　1 積算温度と圧縮強度比の関係

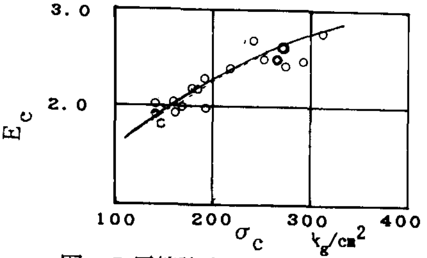

図　2 圧縮強度と弾性係数の関係

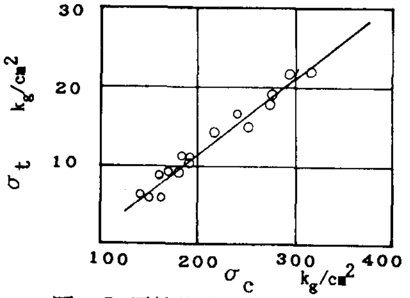

図　3 圧縮強度と引張強度の関係

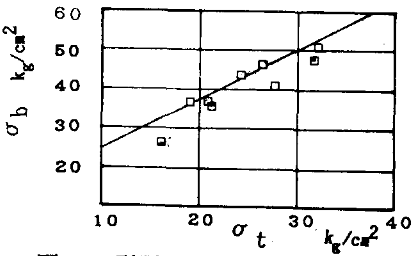

図　4 引張強度と曲げ強度の関係

ひずみε_tと弾性限界ひずみε_eとの比をμとすると，以下の関係になることが知られている。

$$\sigma_b / \sigma_t = 2k^3 / a(\lambda - k) + 2(\lambda - k)^2 + 3(1-\lambda)(1+\lambda-2k)$$

ここに　a：E_t / E_c　k：中立軸比，　λ：弾性領域比である。a＝１とした場合，σ_b / σ_tとμの関係は図6で示され，σ_b / σ_tが大きくなるにつれてμが３次曲線的に大きくなる。普通コンクリートの場合，σ_b / σ_tは１．５－２．０の範囲になる場合が多く，μは１．９－５．０の範囲となる。

次に前述の各強度の関係式を用いてσ_cとσ_b / σ_t比，σ_cとμの関係，σ_cとε_tの関係を計算したのが図７，８，９の曲線である。ただし曲線を求めるに際しての関係式としては，以下の３式を用いた。

$E_c = 4500 \times \rho^{1.5} \times \sqrt{\sigma_c}$　　※１

$\sigma_t = 1 / (0.005 + 8/\sigma_c)$　　※２

$\sigma_b = 1.26\sigma_t + 11.9$　　※１

図中のプロットは，個々の強度試験データより，σ_b / σ_t，μ，ε_tを計算しプロットしたものである。ε_tはσ_cが１５０－３５０ kg/cm^{2}の範囲で２００－４００×１０$^{-6}$の範囲にあることを示している。この値は一般に言われているε_tよりもかなり大きな値となっている。また，ε_tは，低強度のほうが大きく，高強度になるに従い，比較的ゆるやかに減少する傾向にあることを示している。

引張限界ひずみを直接的に測定することはかなり困難であるため，曲げ強度，割裂引張強度などより，引張限界ひずみを試算した。今回求めた引張限界ひずみは，完全弾塑性モデルを用いて，既往の各強度の実験式にあてはめて試算したものであるため，理論的にはかなり不合理な面も多いが興味ある傾向が得られた。

参考文献：
※１　　コンクリートハンドブック（岡田，六車）
※２　　マスコンクリート物性の基礎的特性について（竹下：マスコンクリートの温度応力発生メカニズムに関するコロキウム）

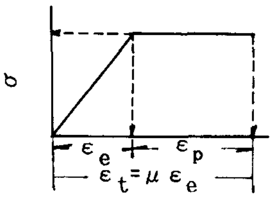

図　５　　　模式図

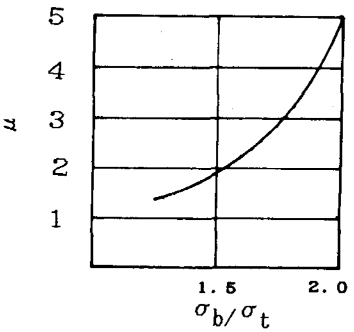

図6　　σ_b / σ_tとμの関係

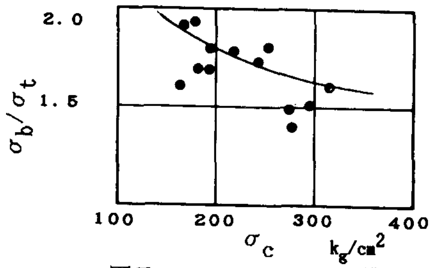

図7　　σ_cとσ_b / σ_tの関係

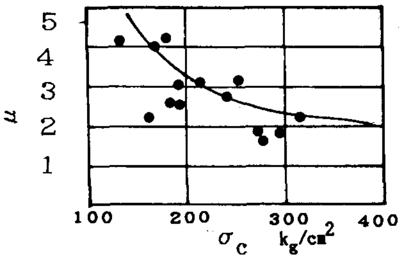

図8　　σ_cとμの関係

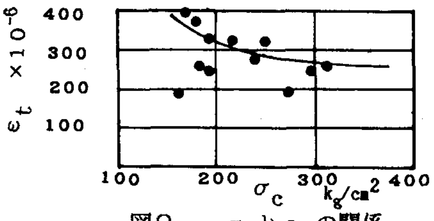

図9　　σ_cとε_tの関係