

V-272 鉄筋コンクリート桁の曲げ試験によるコンクリートの応力-ひずみ関係の測定

北海道大学工学部 正員 志村 和紀
 北海道大学工学部 正員 佐伯 昇
 北海道大学工学部 正員 藤田 嘉夫

1. まえがき

土木学会コンクリート標準示方書には断面破壊の終局限界状態の検討に用いるコンクリートの応力-ひずみ関係が示されているが¹⁾、変形あるいは靱性の検討を行うためには応力下降域を含むものが必要である。柱部材については多くの研究が行われ、横方向鉄筋の拘束効果が明らかになっている。一方、曲げを受ける部材についての研究は少なく、純曲げのように断面内に中立軸があり、引張領域を持つ場合は横方向鉄筋の拘束効果も異なると考えられる。本研究では単純桁の曲げ試験で得られたひずみデータから解析的に圧縮部コンクリートの応力-ひずみ関係を求めることを試みた。

2. 実験方法

実験に使用したコンクリートは目標強度を300kgf/cm²とし、鉄筋はSD35異形棒鋼を用い、引張鉄筋はD13、圧縮鉄筋およびスターラップはD10を用いた。試験桁は矩形断面とし、有効高さを20cmおよび25cmの2種とし、スターラップ間隔を5, 8, 20cmの3種に変化させた（表-1）。

載荷方法は、図-1に示すように2点載荷とした。引張鉄筋および圧縮鉄筋のひずみは支間中央部に4cm間隔で3枚貼

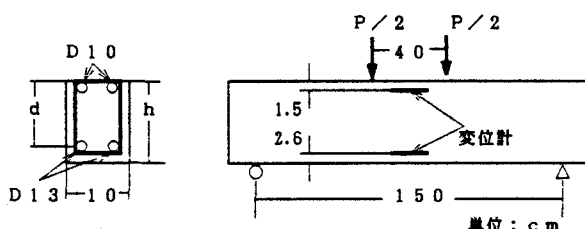


図-1 試験桁の断面・載荷方法

表-1 試験桁

試験桁	h cm	d cm	S cm
No.1	20	17.4	5
No.2			8
No.3			20
No.4	25	22.4	5
No.5			8
No.6			20

h；桁高，d；有効高さ
 S；スターラップ間隔

付したひずみゲージで測定し、主鉄筋位置のコンクリート表面のひずみを変位計によって測定した。また、載荷点のたわみを変位計によって測定した。

3. 解析方法

図-2に示す断面の力および曲げモーメントの釣合いを基に、次式を得る²⁾。

$$\begin{aligned} \sigma_c = & \frac{1}{b d} \left[-A_s \sigma_s \frac{d \varepsilon_t}{d \varepsilon_c} - A_s' \sigma_s' \left\{ \left(\frac{d \varepsilon_t}{d \varepsilon_c} + 1 \right) \left(\frac{\varepsilon_t - \varepsilon_c}{\varepsilon_t + \varepsilon_c} + \frac{2 d'}{d} \right) - 1 \right\} \right. \\ & \left. - A_s' \frac{d \sigma_s'}{d \varepsilon_c} \left\{ (\varepsilon_t - \varepsilon_c) + \frac{d'}{d} (\varepsilon_t + \varepsilon_c) \right\} \right. \\ & \left. + \frac{1}{d} \left\{ 2 M \left(\frac{d \varepsilon_t}{d \varepsilon_c} + 1 \right) + \frac{d M}{d \varepsilon_c} (\varepsilon_t + \varepsilon_c) \right\} \right] \quad \dots (1) \end{aligned}$$

(σ_c ：断面上縁のコンクリートの応力、 σ_s' ：圧縮鉄筋応力、 σ_s ：引張鉄筋応力、M：曲げモーメント)

(1)式よりコンクリートの応力-ひずみ関係が求められるが、実験データをそのまま代入すると測定誤差のために大きな乱れが生ずるため、以下のようにデータの処理を行う。計算結果に大きく影響すると思われるのは数値微分を行う項であるM- ε_c および $\varepsilon_t - \varepsilon_c$ 関係を実験値から平均的な連続曲線で表す。その例を図-3に示す。 $\sigma_s' - \varepsilon_c$ については σ_s' が ε_c から求められるため処理を行わなかった。

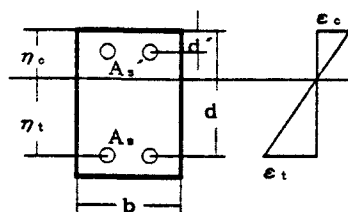


図-2 断面

次にコンクリートのひずみ ε_c のきざみを 200×10^{-6} として計算を行い、数値微分は前後の2点を結ぶ割線の勾配とした。

4. 実験結果および考察

図-4に実験より得られたコンクリートの応力-ひずみ

関係を示す。応力はコンクリート円柱供試体による圧縮強度 f'_c に対する比で表した。

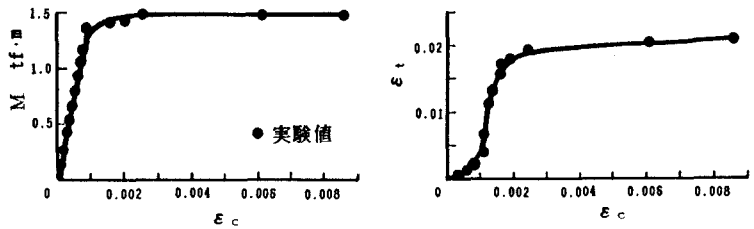


図-3 M- ε_c 関係, ε_t - ε_c 関係

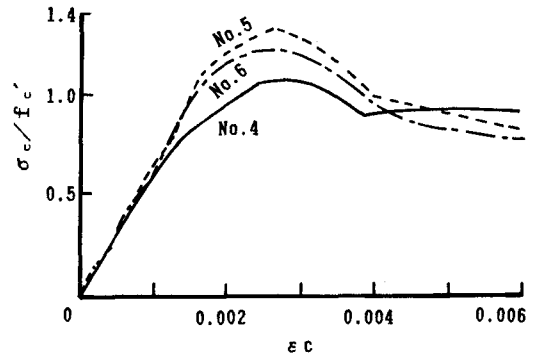
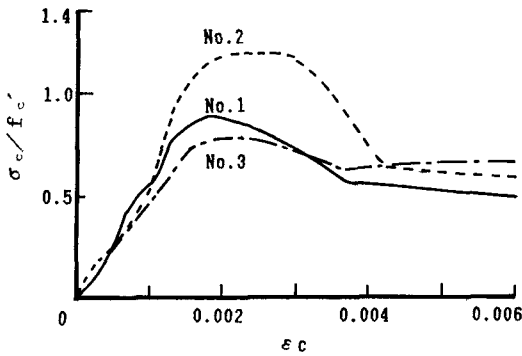


図-4 実験から求めたコンクリートの応力-ひずみ関係

最大応力は $\varepsilon_c = 0.002$ 付近に現れ、 σ_c / f'_c は $0.79 \sim 1.31$ の範囲にあった。応力下降域の勾配については明確な傾向は認められなかった。

図-5に実験より得られたコンクリートの応力-ひずみ関係を用いて荷重と載荷点のたわみの関係を計算した結果と、変位計によって測定されたたわみデータの例を示す。これによれば、2つの曲線はおおむね一致し、本研究の方法によってコンクリートの応力-ひずみ関係を測定することが可能と考えられる。

5. まとめ

桁の曲げ試験からコンクリートの応力-ひずみ関係を導くことを試みた。データの数も少なく、実験方法および数値微分の方法についても検討する必要があると考えられるが、次のことが考察できた。

- (1) 桁の曲げ試験から得られたひずみデータを基に数値解析的にコンクリートの応力-ひずみ関係を求めることができる。
- (2) 応力増加部は $\varepsilon_c = 0.002$ においてピークを持つ曲線としてよい。

参考文献

- 1) コンクリート標準示方書 設計編、土木学会
- 2) 志村、佐伯、藤田、"鉄筋コンクリート部材の曲げ圧縮部コンクリートの応力-ひずみ関係"、土木学会北海道支部論文報告集、第46号、p.p.705~708、1990

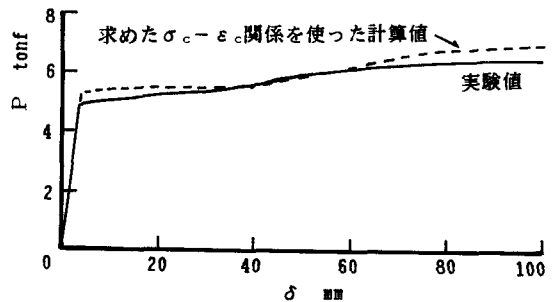


図-5 荷重とたわみの関係