

(V - 5) せん断スパン比の小さいR Cはりの荷重－変位について

国鉄・構造物設計事務所 正会員 石橋 忠良
 国鉄・構造物設計事務所 正会員 ○ 齊藤 啓一
 国鉄・構造物設計事務所 正会員 寺田 年夫

1. はじめに

R Cはりの荷重－変位の計算においては、曲げとせん断の両者の影響について明らかにする必要がある。曲げの影響については多くの研究があるが、せん断の影響については、未解明な点が多いのが現状である。

本研究は、せん断補強鉄筋を用いないR Cはり（以下はりという）において、せん断スパン比(a/d)の小さい領域($0.5 \leq a/d \leq 2.5$ 程度)におけるせん断の影響が大きい場合の、はりの荷重－変位の解析手法について述べるとともに、載荷試験によりその適用について検討を行ったので、以下に報告するものである。

2. はりの荷重－変位の計算手法について

(1) 曲げによる変位について

曲げによる変位の計算方法については弾性荷重法による。そして、支点から任意の距離*i*におけるはりの曲げ剛性(EI_i)については、図-1に示すはりのひずみ分布と曲率(ϕ_i)と、曲げモーメント(M_i)と曲率(ϕ_i)との関係から、(1)～(3)式により求めることとする。

$$\phi_i = (|ecc_i| + esy_i) / d(i) \quad \dots \dots (1) \quad \phi_i = M_i / EI_i \quad \dots \dots (2)$$

$$EI_i = M_i / \phi_i = M_i \cdot d(i) / (|ecc_i| + esy_i) \quad \dots \dots (3)$$

なお、コンクリート並びに鉄筋の応力～ひずみ曲線については、図-2の様に仮定する。

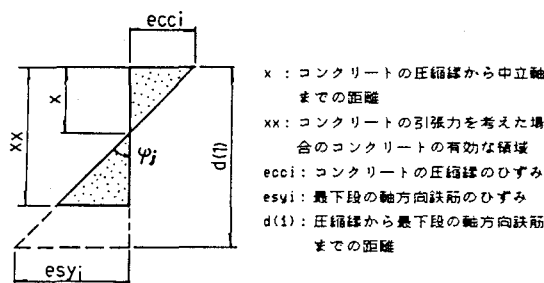
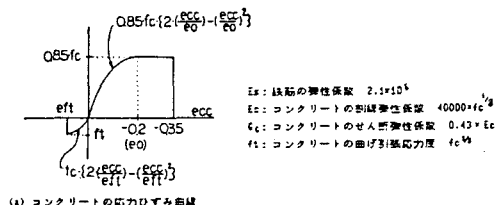
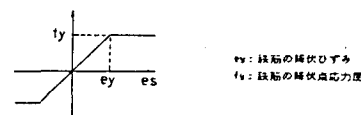


図-1 はりのひずみ分布と曲率



(a) コンクリートの応力ひずみ曲線



(b) 鉄筋の応力ひずみ曲線

図-2 コンクリート 鉄筋の計算上の仮定

(2) せん断による変位について

せん断による変位については、弾性理論をもとにし、支点から任意の距離*i*におけるはりの微小区間のせん断変形を、

$$\Delta \delta si = K \cdot Si \cdot \Delta L / (Ai \cdot G_c) \quad \dots \dots (4)$$

ここで、 $\Delta \delta si$: 支点から距離*i*におけるはりの微小区間 ΔL のせん断変形 K : 形状係数（矩形は1.5）
 Ai : はりの断面積 G_c : せん断弾性係数 ($0.43 \cdot$ コンクリートのヤング係数)
 Si : ΔL 区間に作用するせん断力 ΔL : はりの微小区間の距離

(4)式により求める。

なお、 Ai は、

$$Ai = xx \cdot b \quad \dots \dots (5)$$

ここで、xx : コンクリートの引張力を考慮した場合のコンクリートの有効な領域 b : はりの腰部幅
 (5)式により求め、支点から載荷点まで $\Delta \delta si$ を積分し検討位置におけるせん断変形を求めることとする。

(3) 斜めひびわれ発生の影響について

i) 曲げモーメント (Mi) のシフトについて

a/d が小さい領域については、はりの変位は斜めひびわれ発生により影響を受けるため、斜めひびわれの発生による影響をはりの変位の計算に考慮する必要がある。

この斜めひびわれ発生による影響については、曲げモーメント (Mi) を支点方向へシフトすることで考慮することを考える。そのシフト量は、a/d が小さい領域におけるはりの斜めひびわれについては、載荷点と支点とを結ぶ方向に発生すると考えられるので、斜めひびわれ発生後の曲げモーメント (Mi) を支点までシフトするものとする。

ii) 斜めひびわれ発生荷重について

はりの斜めひびわれ発生荷重 (Pscr) については、

$$P_{scr} = \alpha \cdot (f_c \cdot p_w)^{1/2} \cdot \beta h \cdot b \cdot H \quad \dots \dots \dots (6)$$

ここで、 $\alpha = 0.94 \cdot (0.75 + 1.4 \cdot H/a_1)$ ただし $a_1/H \geq 1.0$

$3 - a_1/H$ ただし $0 < a_1/H \leq 1.0$

f_c : コンクリート強度 $\beta h : (100/H)^{1/4}$ a_1 : 支承及び載荷板端部間の距離

H : はりの部材高さ

(6)式とした。

3. 計算手法の実験による検討並びに考察

(1) 供試体の形状並びに破壊性状について

供試体の形状を図-3及び表-1に示す。なお、供試体は全てせん断破壊をしている。

(2) 計算値と実験値との比較

計算並びに実験により得られた載荷荷重とスパン中央における変位との関係を図-4に示す。

これより、載荷荷重が終局耐力付近に達する領域については、計算で得られる変位は実験の値に対して、若干小さいと思われるものの、変位の履歴全般については実験値をよく表現出来ると思われる結果が得られた。

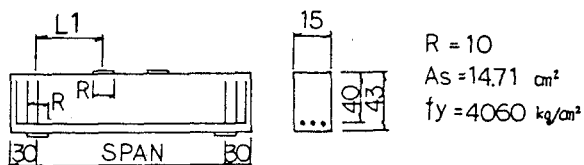


図-3 供試体の形状 (cm)

表-1 供試体の形状

NO	NAME	SPAN	L1	f_c	P_{cr}	P_{scr}	P_{max}
1	A-1	80 ^{cm}	20 ^{cm}	273	34 ^t	42 ^t	103.6 ^t
2	A-2	120	40	256	23	24	65.5
3	A-3	160	60	256	10	18	34.9
4	A-5	240	100	254	8	11	19.6

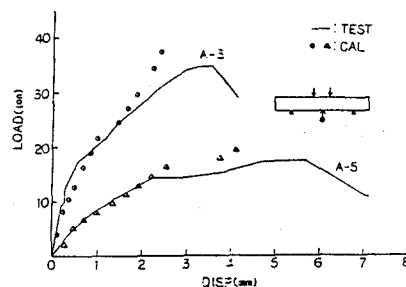
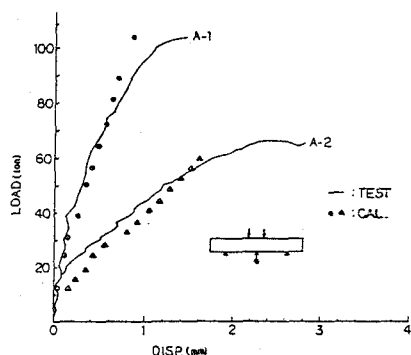


図-4 載荷荷重とスパン中央の変位

4. まとめ

曲げによる変位については、弾性荷重法により各微小区間のはりの剛性 (EII) を、(3)式により計算し求める。せん断による変位については、各微小区間のせん断による変形を(4)(5)式により求め、支点から検討位置まで積分し、検討位置におけるせん断による変位を求める。そして、曲げによる影響の計算において斜めひびわれ発生の影響を考慮することにより、せん断補強鉄筋を配置しないせん断スパンの小さい RC はりの荷重と変位の関係を求めることが出来ると思われる。