

PC 梁腹部の斜め圧縮耐力について

広島大学 工学部 正員 船越 稔
 広島大学 工学部 正員 岡本 享久

1 まえがき

本研究はせん断スパン-有効高みの比(a/d)を一定にし、コンクリートの圧縮強度(σ_c)及び腹部補強率($Kr\sigma_{sy}$)を変えて PC 梁供試体を作り、破壊試験を行ない、静的な載荷を受ける多量に腹部補強を行なった PC 梁の腹部圧砕によるせん断強度に及ぼすコンクリートの圧縮強度(σ_c)の影響を調べることを目的としたものである。

2. 試験の方法

供試体の形状、寸法は図(1)に示すとありである。断面はフランジ幅 24cm, ウェブ幅 8cm, 高さ 26cm の I 形で、下縁より 6cm の位置に呼び径 23mm の PC 鋼棒(SBPR 95/10)を配置した。導入直後のプレストレスは上縁で $-5\%/cm^2$, 下縁で $126\%/cm^2$ である。載荷は二点対称荷重で行な

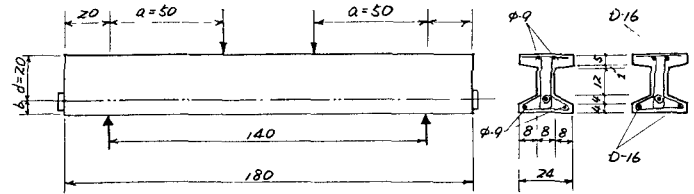


図-1) 供試体の寸法 (cm)

い図(1)に示すようにせん断スパン(a)を 50cm とし a/d を 2.5 と一定にした。載荷時のコンクリートの圧縮強度(σ_c)は 300, 400, 500 及び 600 $\%/cm^2$ の 4 種類に変えた。腹部補強は直径 9mm の普通丸鋼 (SR-24) の U 形スターラップで行ない、せん断補強率($Kr\sigma_{sy}$)は 45 及び 100 $\%/cm^2$ である。なお、 $Kr\sigma_{sy} = 100\%/cm^2$ の梁では図(1)に示す位置に上下 2 段に SD-30, D-16 を 2 本ずつ配置した。

3. 試験の結果

表(1)は試験

表-1) 試験結果

結果の一覧表であり、表中の σ_{cu} は破壊時の荷重(P_u)とプレストレス力から弾性理論式より求めたせん断スパン中央の圆心位置での主圧縮応力である。破壊形式について、SCF はせん断圧縮破壊、WSCF は腹部圧砕、MTF & SCF は曲げ引張破壊とせん断圧縮破壊の中間の破壊を示している。図(2)は腹部圧

梁番号	σ_c ($\%/cm^2$)	$Kr\sigma_{sy}$ ($\%/cm^2$)	P_{ic} (t)	P_b (t)	T_{ic} ($\%/cm^2$)	P_u (t)	T_u ($\%/cm^2$)	σ_{cu} ($\%/cm^2$)	σ_{cu}/σ_c	T_u/σ_c	M_{max}/M_{el}	破壊形式
1	408	45	17.8	22.0	57.6	30.90	100.0	143.1	0.351	0.699	0.86	SCF
2	408	100	19.6	24.0	62.7	37.10	117.5	157.5	0.386	0.746	0.83	WSCF
3	493	45	17.9	18.0	58.7	32.15	105.4	148.4	0.301	0.710	0.87	SCF
4	493	100	16.0	18.0	52.4	40.05	131.1	170.1	0.345	0.771	0.87	WSCF
5	363	100	21.0	22.0	69.3	37.00	122.1	160.3	0.442	0.762	0.84	WSCF
6	583	100	21.0	23.0	67.0	49.80	159.0	197.4	0.339	0.807	1.07	WSCF
7	626	100	16.6	18.0	52.6	50.00	158.5	197.2	0.315	0.804	1.07	MTF SCF
8	626	100	17.8	20.0	56.7	50.00	165.0	204.1	0.326	0.808	1.07	MTF SCF
9	312	100	18.0	19.0	58.5	31.00	100.7	136.6	0.438	0.797	0.73	WSCF
10	312	100	18.0	19.0	57.5	31.00	99.1	136.3	0.437	0.727	0.73	WSCF

砕した梁の終局モーメントと極限設計法による中央断面の抗折モーメントとの比 (M_{u-test}/M_{u-cal}) と、 σ_c との関係を示した。 $\sigma_c = 300 \text{ kg/cm}^2$ 付近では、梁の破壊耐力は理論上の曲げ耐力に対し 70% の耐力しか発揮できないが、 σ_c が 400 kg/cm^2 , 500 kg/cm^2 と増加するにしたがって曲げ耐力に近くなり、 $\sigma_c = 600 \text{ kg/cm}^2$ とすると梁は曲げ破壊とせん断圧縮破壊の中間の破壊モードを示し、ほぼ理論上の曲げ耐力と等しくなった。この点から曲げ耐力を増加させ、十分に腹部補強したウェブの薄い梁では、腹部のコンクリートの圧縮強度が低い場合、腹部に作用する斜め圧縮力によって破壊することがあり、設計に於いて注意する必要があることが認められた。図-(3) は破壊時のせん断強さ (T_u) とコンクリートの圧縮強度 (σ_c) との関係を示したものである。この図から、せん断補強率 ($K_r D_{sy}$) が 45 kg/cm^2 から 100 kg/cm^2 に増加すると、 σ_c の増大による T_u の増加割合は小さくなり、 T_u に及ぼす σ_c の影響は腹部圧砕した梁においてより顕著であることが認められた。せん断耐力の上限値は、まだ日本では定められていないが、ドイツでは σ_c に規定が定められて、その他の多くの国では T_u が σ_c に係数を掛けた値より小さくなるように定めている。CEB/FIP では $T_u \leq 0.2 \sigma_c$ としているが、本実験において腹部圧砕を起こした梁では T_u は $(0.7 \sim 0.8) \sigma_c$ の程度であった。図-(4) は、各荷重段階に於ける梁中央から 40 cm の断面で上フランジ下縁から $25, 55 \text{ cm}$ に貼ったひずみゲージの値と、梁中央の上フランジ上縁に貼ったひずみゲージの値を SCF 及び WSCF の 2 つの破壊形式について表わしたものである。斜めひびわれ発生、曲げひびわれ発生までは、SCF 及び WSCF とともにほとんど同じような挙動を示すが、それ以後の荷重から破壊荷重に到るまでは、WSCF による破壊をした梁は腹部のひずみが大中に伸び始め、円柱状試験の圧縮試験による最大ひずみ ($1,800 \sim 2,000 \times 10^{-6}$) 以上になった。腹部圧砕においてせん断耐力には上限値を定めるのが妥当であり、通例に於ける T_u と σ_c の関係で表示されることが多い。先に述べたように腹部の主圧縮ひずみは、円柱状試験の圧縮試験における終局圧縮ひずみと同等以上となり、したがって腹部における破壊時の主圧縮方向の応力度と σ_c とが関連していることから、 T_u と σ_c の関係より σ_{cu} と σ_c の関係を調べる方が合理的と思われる。表-(3) に各梁の σ_{cu}/σ_c の値を示した。WSCF の梁では σ_{cu}/σ_c の値はほぼ $0.35 \sim 0.44$ であり SCF 及び MTF & SCF の梁のそれは 0.35 以下となった。WSCF ではさらに σ_c が大になると σ_{cu}/σ_c は 0.35 に近づく傾向が認められた。

図-(2) M_{u-test}/M_{u-cal} と σ_c の関係

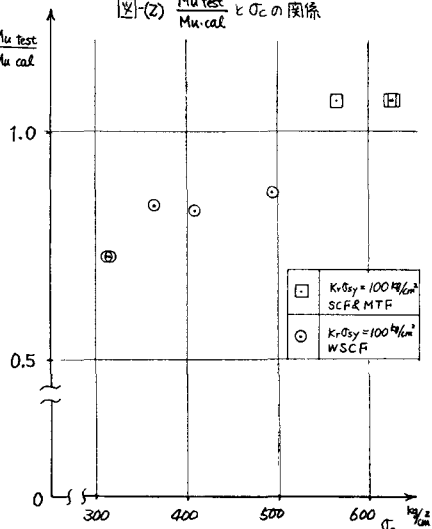
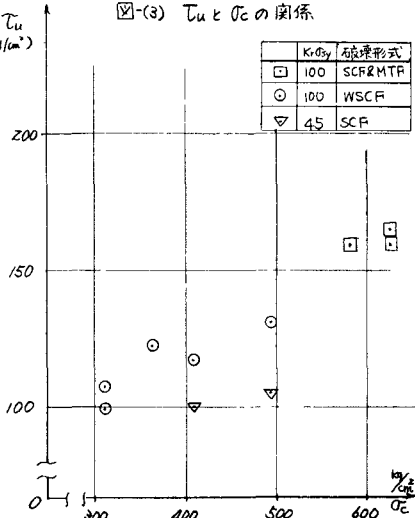


図-(3) T_u と σ_c の関係



で表示されることが多い。先に述べたように腹部の主圧縮ひずみは、円柱状試験の圧縮試験における終局圧縮ひずみと同等以上となり、したがって腹部における破壊時の主圧縮方向の応力度と σ_c とが関連していることから、 T_u と σ_c の関係より σ_{cu} と σ_c の関係を調べる方が合理的と思われる。表-(3) に各梁の σ_{cu}/σ_c の値を示した。WSCF の梁では σ_{cu}/σ_c の値はほぼ $0.35 \sim 0.44$ であり SCF 及び MTF & SCF の梁のそれは 0.35 以下となった。WSCF ではさらに σ_c が大になると σ_{cu}/σ_c は 0.35 に近づく傾向が認められた。

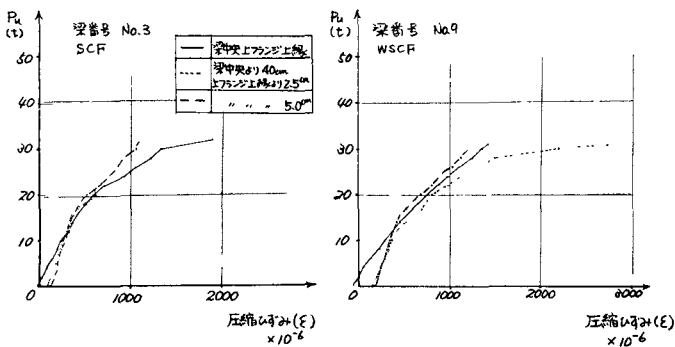


図-(4) 破壊形式の相違による梁中央上フランジ下縁のひずみと梁中央より 40 cm 外側上フランジ下縁より $25, 55 \text{ cm}$ の腹部のひずみ

4 あとがき σ_c が腹部圧砕による PC 梁のせん断強さに及ぼす影響を知る目的で行なった実験結果を記した。今後この種の破壊形式による場合の影響因子について更に広範に研究を続行する予定である。