

V-7 鉄骨鉄筋コンクリートの土木構造物への適用に関する研究

— 偏心軸圧縮を受ける部材について —

首都高速道路公団 正員 泉 満明

〃 ○山寺 徳明

1. 諸言、偏心軸圧縮を受ける鉄骨鉄筋コンクリート（以下SRCと記す）部材には、高架橋の橋脚などがある。これらの部材には、充腹型の鉄骨が用いられ、鉄骨量は鉄筋量に比し比較的多く、また軸力に比し曲げの大きな外力を受けるなどの性質がある。このような部材の力学的挙動は不明確な点もあり、断面の設計に建築での規準をそのまま適用するのも疑問がある。そこで、このように部材の終局強度の算定、コンクリートの許容応力度の鉄骨比による低減率の検討、部材のひびわれ性状の調査などを目的として、模型を作成、実験的研究を行なった。

2. 実験の計画、実験の供試体は8本である。4種の鋼材比の断面に2種の偏心(e/R)載荷を行なう。供試体の形状・断面は図-1のとおりで、実験時のコンクリートの圧縮強度(60MPa)を示す)および鋼材の強度、断面の鉄骨比、鉄筋比などは表-1のとおりである。鉄骨は充腹型のI断面で、上下フランジは等断面である。偏心量 $e/R = 1.0$ のものをA供試体、 $e/R = 2.0$ のものをB供試体とする。

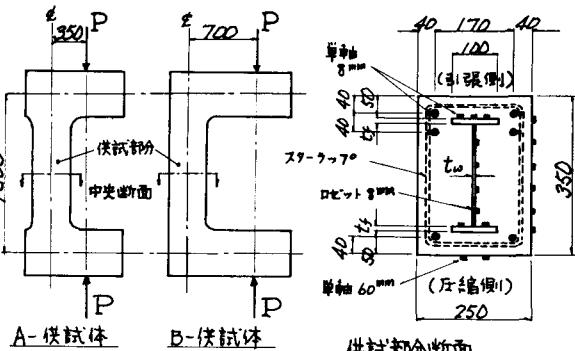


図-1. 供試体

表-1. 材料の強さと鋼材比

供試体	屈服強度 kg/mm ²	鋼材断面 mm ²	中立距離 mm	鉄骨比 (Fg/Fc)	鉄筋比 (Ft/Fc)	鋼材比 e/R	
A-1	232	3,280	6.0	13	0.0137	0.0091	0.0228
2	225	"	"	16	"	0.0138	0.0275
3	241	2,900	12.0	"	0.0274	"	0.0412
4	240	"	"	19	"	0.0194	0.0468
B-1	226	3,280	6.0	13	0.0137	0.0091	0.0228
2	259	"	"	16	"	0.0138	0.0275
3	276	2,900	12.0	"	0.0274	"	0.0412
4	285	"	"	19	"	0.0194	0.0468

表-2. 終局強度計算値、実測値(ton)

	A-1	2	3	4	B-1	2	3	4	平均
実測値	50.0	51.3	64.4	70.4	21.7	25.2	30.2	33.7	
ACI式	40.0	46.1	56.0	60.9	16.8	20.7	25.4	28.3	
(比・鉄筋) (0.90)(0.90)(0.87)(0.86)(0.78)(0.82)(0.84)(0.84)(0.84)									
筋材無効域 (0.78)(0.91)(0.88)(0.89)(0.76)(0.84)(0.84)(0.92)(0.85)									
(1)式	45.9	51.7	60.8	65.9	20.9	25.8	29.1	32.9	
(比・鉄筋) (0.92)(1.01)(0.95)(0.94)(0.96)(1.02)(0.96)(0.98)(0.97)									

3. 実験の結果と考察

(1) 各供試体の破壊荷重の実測値と、終局強度計算値は表-2のとおりである。破壊の状態は、外観的には、コンクリートの圧壊であったが、ひびみの測定結果では引張側の鋼材の降伏が先に起こっていた。引張側鉄筋(比・鉄筋)は、(0.92)(1.01)(0.95)(0.94)(0.96)(1.02)(0.96)(0.98)(0.97)である。このように考えると、終局状態における応力は、図-2のような状態にあると推定でき、この状態での終局強度が計算できる。すなわち、中立軸危険強度 P_0 は図中の記号を用いて

$$t_c^2 \left\{ \frac{17}{48} F + T_w + \frac{1}{3} \left(\frac{E_{cu}}{E_{st}} \right)^2 t_c b_{sy} \right\} + P_c \left[C_1 \left(\frac{5}{6} F + 2 T_w \right) - \frac{5}{12} F - T_w \right] \\ + e_c (P_c - P_t - T_w) - P_c \left(\frac{1}{2} - d_{ct} \right) - R \left(\frac{1}{2} - d_{ct} \right) + T_w (d_2 - d_2') = 0$$

$$P_u = P_c \left(\frac{5}{6} F + 2 T_w \right) + P_c - P_t - T_w \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\therefore \tau_c = F = 0.85 f_{ck} b h, P_c = p \cdot b_{sy} \cdot b h, P_t = p \cdot b_{sy} \cdot b h$$

$$T_w = t_w \cdot b_{sy} \cdot h \quad \text{である。}$$

この式は、若林博士の非充腹型鉄骨の SRC、H型鋼を用いた鉄骨コンクリートの終局強度算定式を充腹型鉄骨のSRCに適用し、かつ応力塊に固の仮定をなし、 $E_{cu} = 0.3\%$ とおいて作成したものである。表-2の(1)式欄が、この計算結果であるが、実測値によく近似し、推定の妥当性を示している。ACI式、若林式では、ともにWebの耐力に対する影響が無視されて計算されたため、実測値との間にかなりの差を生じたものと考えられる。

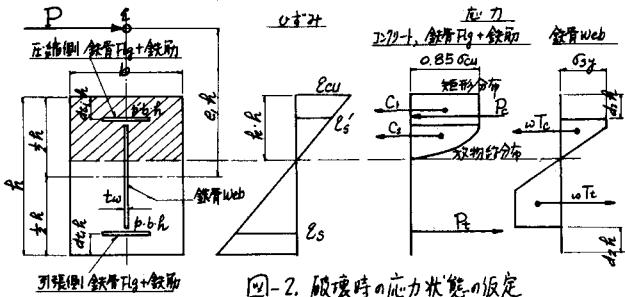


図-2. 破壊時の応力状態の仮定

强度算定式を充腹型鉄骨のSRCに適用し、かつ応力塊に固の仮定をなし、 $E_{cu} = 0.3\%$ とおいて作成したものである。表-2の(1)式欄が、この計算結果であるが、実測値によく近似し、推定の妥当性を示している。ACI式、若林式では、ともにWebの耐力に対する影響が無視されて計算されたため、実測値との間にかなりの差を生じたものと考えられる。

表-3. 許容断面力(ton)の安全率、応力度(kg/cm²)

	A-1	2	3	4	B-1	2	3	4平均
圧縮側 等使用	14.8	15.9	21.1	22.7	6.7	8.8	11.5	12.9
S.F.	3.4	3.2	3.1	3.1	3.3	2.9	2.6	2.6
圧縮側 等(15%)	13.3	14.1	18.3	19.4	5.9	7.6	9.8	10.8
S.F.	3.8	3.6	3.5	3.6	3.7	3.3	3.1	3.1
引張側 等使用	—	620	632	567	—	871	810	868
引張側 等(15%)	—	672	604	672	—	625	589	567
コンクリート	—	103	112	127	—	89	119	119
引張側 等(15%)	1.053	980	863	782	1.183	1.266	1.170	1.108
(比) (比)	(1.50)(1.36)(1.38)	—	—	—	(1.45)(1.44)(1.27)	(1.40)		
圧縮側 等(15%)	668	654	658	702	522	650	675	661
(比) (比)	(1.09)(1.09)(1.04)	—	—	—	(1.04)(1.14)(1.16)	(1.06)		
コンクリート	107	110	128	122	94	115	127	141
(比) (比)	(1.14)(1.14)(0.95)	—	—	—	(1.29)(1.07)(1.14)	(1.12)		

(2) コンクリートの許容応力度を $\sigma_{cu}/3, \sigma_{cu}/3(1-15\%)$ (σ_{cu} は圧縮側鉄骨比、建築学会SRC基準による)、鋼材の許容応力度を 1300 kg/cm^2 とおき、累加強さ式で計算して場合の許容断面力計算値の終局強度実測値に対する安全率、および許容断面力 ($\sigma_{ca} = \frac{\sigma_{cu}}{3}(1-15\%)$ 使用) における断面の実測応力度と、鉄骨 F_{ly} を半分の断面積の鉄筋にあわせてRC式で計算して場合の計算応力度との比をまとめると表-3のとおりである。併に実測ヤング率 ($E_{1/3} \sigma_{cu}$) を用いると、圧縮側の鋼材およびコンクリートの応力度に対し、より推定値が得られるが、引張側の鋼材では、実測値との差が多い。コンクリートの引張塑性域の影響が原因していると考えられ、検討を進めている。なお、測定結果からは鉄骨とRC間でのひすみのずれは認められず、両者の挙動を一体として応力計算を行なっても問題はない。

表-4. ひびわれ荷重(ton)最大ひびわれ巾(mm)

	A-1	2	3	4	B-1	2	3	4平均
実測値	—	13.5	16.4	17.0	5.5	5.1	8.8	7.1
計算値	—	13.1	15.6	18.7	4.9	5.8	9.3	8.4
(比)	(0.97)(0.94)(1.10)	(0.89)(1.14)	(1.15)(1.36)(1.30)	(1.34)				
柱の荷重-ひすみ曲線から、ひすみが急増するときの値としと。(表-4) 最大ひびわれ巾は	—	0.092	0.067	0.096	0.092	0.086	0.105	0.123
△dm	—	0.089	0.136	0.141	0.101	0.099	0.143	0.160
(比)	(0.97)(2.03)(1.47)	(1.10)(1.15)	(1.36)(1.30)	(1.34)				
△dm	—	0.111	0.083	0.066	0.131	0.102	0.107	0.116
(比)	(1.20)(1.24)(0.69)	(1.42)(1.19)(1.02)	(0.94)(1.10)	(1.10)				

式で求めた平均ひびわれ間隔、実測平均ひびわれ間隔の両方を用いて比較してみる。 $\frac{\sigma_{cu}}{3}$ を用いた許容荷重段階で比較したが、実測間隔を用いるとよりの推定ができる。

ひびわれの発生状況、破壊性状、破壊に対する安全率の高さなどを考慮すると、コンクリートの許容応力度の鉄骨比に対する低減は、角検討の要があつう。

4. あとがき、本研究はSRCに関する一連の研究の一環であり、昭和43年度吉田研究奨励金の授与を受けた。この研究には、東京都立大学の村田教授、西園講師、首都公園津野井設計課長の指導をいただき、供試体の設計、製作、資料の整理などには、KK 鉄工 梶山氏の協力をもらいました。よろしく、深甚の謝意を表します。

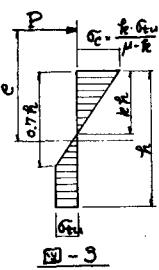


図-5