

鉄筋コンクリートT梁の有効幅および終局強度

東 洋 一 *
大 久 保 全 陸 **

§ 1 序

床スラブが梁と一体になったT梁が曲げをうけると、スラブには板の曲げ応力と平面応力との組合せによるスパン方向の垂直応力度 σ_x が図1のように働き、スラブが梁の曲げ抵抗に協力する。このため、板部を無視した長方形梁にくらべて、T梁の曲げ剛性及び強度は大きく、応力度及び変形は小さい。 σ_x は板内で等分布せず、板のつけ根を離れるにつれ漸次減少し、しかも板厚に沿って変わる。このように三次元問題であるT梁に初等曲げ理論を適用するため、 σ_x が板のつけ根での大きさで等分布するよう置換えるときの布 λ を協力巾といい、 λ は(1)式で定義される。

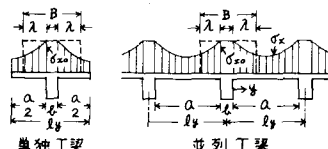


図 1

$$\lambda = \frac{1}{\sigma_{x0}} \int_0^{\frac{a}{2}} \sigma_x \sigma_y \dots \dots \dots (1)$$

一般に用いられている有効巾 B は、協力巾を用いると(2)式で表わされる。

$$\left. \begin{aligned} B &= 2\lambda + b \quad \left[\text{梁の両側にスラブがあるとき} \right] \\ B &= \lambda + b \quad \left[\text{梁の片側にスラブがあるとき} \right] \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2)$$

構造計算に於ては、有効巾は主に骨組の応力及び変形の計算に用いる剛比の算定時に必要とされるが、梁の断面計算時にも用いられ終局曲げ強度の計算に必要となる。

本論文では、まずT梁の有効巾に関する既往の理論的研究成果を集成してその性質を明らかにし、鉄筋コンクリートT梁に対する各国の計算規準と比較する。次に、弾塑性範囲における有効巾、終局曲げ強度及び破壊性状を調べるために筆者の研究室で行なった鉛直荷重及び水平力による曲げモーメントをうける鉄筋コンクリートT梁の実験結果をのべ、既往の理論的研究成果及び日本建築学会計算規準中の値との比較検討を行なう。

§ 2 有効巾に関する既往の理論的研究

T梁が曲げをうけた時の板部の協力は、板の面内力抵抗と板自身の曲げ抵抗に基づいている。板厚が梁丈にくらべて薄い場合には、板部は主として面内力によるせん断抵抗によって梁の曲げ抵抗に協力する。また、板の面内力抵抗は、板部と梁とのつけ根に面内せん断力を生ずる。

Bortsch¹⁾, Kármán²⁾ の論文に始まるT梁の協力巾に関する多くの理論的研究は、板の曲げ抵抗を無視し平面応力のみを考慮したものであり、Metzer³⁾, Girkmann⁴⁾, Chwalla⁵⁾, Dischinger⁷⁾ によって各種の鉛直荷重を受けるT梁の面内力による協力巾の理論式が誘導された。

また、坪井善勝⁶⁾, Marguerre⁸⁾, 東 洋一¹⁰⁾, Allen and Severn¹²⁾, Lee¹³⁾ は板の平面応力の他に曲げ応力による影響を考慮して理論式を導いた。Marguerre は鉛直荷重を受ける場合の板の曲げによる

* 東京都立大学工学部教授、工博

** 同 助手

協力巾を理論計算し、面内力と曲げ応力を同時に考慮する時の協力巾の公式を導いた。東は水平力による曲げモーメントをうけるT梁の面内力及び曲げ応力による協力巾を理論解析した。また、坪井は有効巾の代りに、応力計算に於て直接必要となる断面2次モーメント増大率 ϕ を提唱し、計算図表を示した。

これらの既往の理論的研究成果によると、面内力による協力巾 λ は、図2に示すように梁のスパンに沿ってその値が変わり、更に梁上の荷重分布（等分布、集中、三角関数形荷重、水平力）、板端条件（板端自由、固定、連続）、板の辺長比 a/ℓ_x 、板側辺の拘束（単独T梁、並列T梁）、断面寸法比（ e^2/i^2 、 $t\ell/bD$ ）およびポアソン比によって変化する。図3、4は協力巾 λ と板辺長比 a/ℓ_x との関係を示したものであり、 a/ℓ_x が増すと協力巾は一定値に近くなり、また固定梁の λ は単純梁の約 $1/2$ である。

ところで、有効巾は応力計算時にも断面算定時にも用いられ、断面算定時にはその断面における有効巾が直接必要となるが、応力計算時には、有効巾は材全体の応力と変形を考慮すべきであるので各種の要素を考慮した細かい値を用いても意味がない。それ故、応力計算に用いる有効巾としては、Dischingerが扱ったようにフーリエ級数の第一項のみを取り、これを材全体の平均的有效巾として扱った方がむしろ普遍性がある。この場合には、協力巾はスパンに沿って一定となり断面寸法に関係せず、板辺長比 a/ℓ_x のみの関数で表わされ簡単になる。図3の曲線3は、sin形M時単純梁の協力巾を示したものであり、これを近似式で表わすと、

$$\lambda = (0.5 - 0.3 \frac{a}{\ell_x}) a \quad [a \leq \ell_x \text{ の時}] \cdots (3a)$$

$$= 0.2 \ell_x \quad [a > \ell_x \text{ の時}] \cdots (3b)$$

となる。一般ラーメン材に用いる場合には、曲げモーメントの反曲点間距離を上式の ℓ_x に代入すればよい。したがって、鉛直荷重をうける両端固定梁または水平力をうける梁では、上式の ℓ_x の代りに $\ell_x/2$ を代入した次式を用いることもできる。

$$\lambda = (0.5 - 0.6 \frac{a}{\ell_x}) a \quad [a \leq 0.5 \ell_x \text{ の時}] \cdots (4a)$$

$$= 0.1 \ell_x \quad [a > 0.5 \ell_x \text{ の時}] \cdots (4b)$$

§3 各国の有効巾の規定

前節で述べたようにT梁の有効巾は各種の条件によって変化するので、これらすべてを満足するような有効巾の決定は困難であり、そのため計算規準の規定は各国とも異っている。表1は応力計算時の有効巾に関する各国の規定をまとめたものであり、梁の両側にスラブがある場合の式である。各国とも表に示す式から計算された値のうち最小のものを採用するよう規定している。図4の破線は、東が提案した協力巾の近似式（4a）、（4b）を更に1次式で近似させたものであり、この破線を式で表わし(2)式に代入すると、（5a）、（5b）式となり、

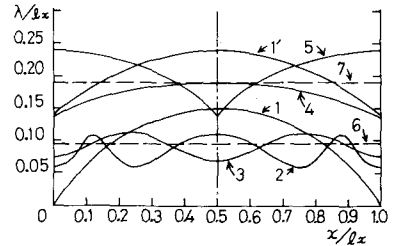


図2 協力巾のスパンに沿う分布
($a/\ell_x = \infty$)

- 1: 水平力をうける梁、板端自由（東）
- 1': 水平力をうける梁、板端固定（東）
- 2: 等分布荷重時の固定梁（METZER）
- 3: 中央集中荷重時の固定梁（METZER）
- 4: 等分布荷重時の単純梁（chwalla）
- 5: 中央集中荷重時の単純梁（chwalla）
- 6: cos形曲げモーメント時の固定梁（ $\nu=0.3$ ）
- 7: sin形曲げモーメント時の単純梁（ $\nu=0.3$ ）

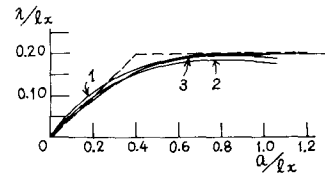


図3 協力巾と板辺長比との関係（単純梁）

- 1: 等分布荷重時並列T梁の梁中央の値（METZER）
- 2: 等分布荷重時単独T梁の梁中央の値（METZER）
- 3: sin形曲げモーメント時の値（ $\nu=1/9$ ）

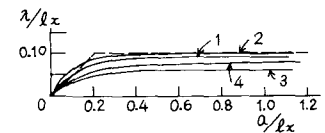


図4 協力巾と板辺長比との関係（固定梁）

- 1: cos形曲げモーメント時の値
- 2: 等分布荷重時中央点の値
- 3: 等分布荷重時支点の値
- 4: 中央集中荷重時中央と支点の値

フランスの規準式と一致する。

$$B = a + b = \ell_y \quad [a \leq 0.4 \ell_x \text{ の時}] \dots\dots (5a)$$

$$= 0.2 \ell_x + b \quad [a > 0.4 \ell_x \text{ の時}] \dots\dots (5b)$$

また、 $b = \ell_x / 20$ とおくと、(5b)式は(5b')式となり、日本(建築)及び米国の規準式(b)と一致する。

$$B = 0.25 \ell_x + b \dots\dots\dots (5b')$$

図5はCEB(ヨーロッパコンクリート委員会)の鉄筋コンクリート規準による等分布荷重時単純梁のスパン中央の協力巾に対する表²⁰⁾の値を板の辺長比 a/ℓ_x の関数としてグラフで示したものであり、 t/D をパラメーターとし板の曲げ剛性による影響が考慮されている。各曲線は、板の曲げによる協力巾 λ_p と面内力による協力巾 λ_s とを同時に考慮した時の協力巾 λ を求める Marguerre の公式(6)に、 λ_p として Marguerre の研究による値、 λ_s として Metzger の研究による値を代入して、 λ に関する2次式を解いて得られた値である。¹¹⁾

$$\begin{aligned} I - I_0 &= \frac{1}{12} 2 \lambda_p t^3 + \frac{2 \lambda_s t b D}{b D + 2 \lambda_s t} \left(\frac{D-t}{2} \right)^2 \\ &= \frac{1}{12} 2 \lambda t^3 + \frac{2 \lambda t b D}{b D + 2 \lambda t} \left(\frac{D-t}{2} \right)^2 \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

一番下の曲線は曲げ剛性を無視した面内力のみによる協力巾を示し、Metzger の示した曲線である。前述の東の協力巾の近似式(3a)、(3b)をグラフで示すと、図5の破線のようになり、 $t/D = 0.2$ の時の曲線に近い。

有効巾を(7)式の形で板厚の関数とした式は多くの国の規定に見られるが、この場合の係数 m は各個によって異っている。

$$B = m \cdot t + b \dots\dots\dots (7)$$

従来の理論的研究によると、通常の鉄筋コンクリート建築構造物における t/D の範囲では、板厚が有効巾に与える影響は小さく、(7)式の表現は弾性理論的根拠がない。しかし、実際の構造計算においては、板厚が比較的薄い場合あるいはスパンが大きい場合にはしばしば表1の(c)式で有効巾が決まることがあり、弾性理論値とかなり違った値を示すため、Dischinger, Riische⁹⁾, Lee も(c)式について不満を示している。(c)式は板厚が薄い場合の板の座屈もしくは板と梁とのつけ根の面内せん断力によるせん断破壊実験から決められた式であろうか。鋼構造に対して誘導された T.V. Kármán の板の座屈の公式

$$B = 1.9 t \sqrt{E/\sigma_{yp}} + b \quad [\text{□□□ 形}] \dots\dots\dots (8)$$

$$B = 0.6 t \sqrt{E/\sigma_{yp}} + b \quad [\text{T 形}] \dots\dots\dots (9)$$

に、コンクリートに相当する $E = 2.1 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$, $\sigma_{yp} = 225 \text{ Kg/cm}^2$ を代入すると、(8)、(9)式は

$$B \doteq 5.7 t + b \quad [\text{□□□ 形}] \dots\dots\dots (8)'$$

$$B \doteq 1.8 t + b \quad [\text{T 形}] \dots\dots\dots (9)'$$

表1 有効巾 B に対する各国の規定(応力計算用)

式番号	日本建築	日本土木	米 国	英 国	ドイツ	フランス
(a)	ℓ_y	ℓ_y	ℓ_y	ℓ_y	ℓ_y	ℓ_y
(b)	$\ell_x/4$		$\ell_x/4$	$\ell_x/3$		$\ell_x/5 + b$
(c)	$12t + b$		$16t + b$	$12t + b$	$6t + 2b + b$	
独立の柱		$4b$	$4b$			

(註) ℓ_x : スラブラパン長

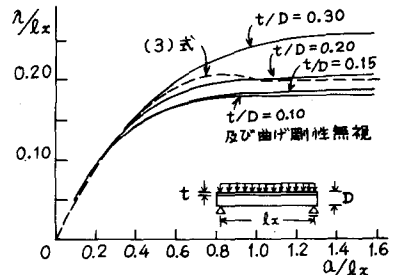


図5 協力巾と板辺長比との関係(CEB)

となり、(9)' 式は米国の規準式 (c) に近い。

また、日本 (土木)、米国の規定では単独T梁の場合、 $B \leq 4b$ と規定しており、坂 静雄¹⁷⁾ は板と梁とのつけ根の面内せん断応力度がウェブの最大せん断応力度を超えないための条件として

$$\lambda b \leq B t \quad \dots\dots\dots (10)$$

を示している。板部つけ根の面内せん断応力度については、英国、ドイツ、CEBの規準中にもふれているが、英国 (CP 114)¹⁸⁾ ドイツ (DIN 1045)¹⁹⁾ の規準解説中で、面内せん断応力度が大きい所では、スパンに直角なり方向に補強筋を入れることを指摘しているのみであり、面内せん断応力度を検討するための式はない。

しかし、このような板の座屈もしくは面内せん断きれつに対する対策は、有効巾のとり方の規定とは関係なく、断面算定または補強の問題として扱うべきものであろう。

§ 4 有効巾及び終局強度に関する実験的研究

鉄筋コンクリートT梁の有効巾に関する実験的研究は、理論的研究にくらべて数も少なく実験方法も限られているため、有効巾の理論に対する実験的な裏付けはまだ不足し、特に塑性範囲における有効巾について不明な点が多い。

本節では、筆者が行なった $a/\ell_x = 0.33, 0.50, 1.00$, $t/D = 0.067, 0.133, 0.200$ の寸法比をもつ鉛直集中荷重時単純梁の実験と水平地震時と相似な曲げモーメントを受ける片持梁形式の実験および2, 3の研究者の単純梁の実験結果を、既往の理論的研究成果および日本建築学会の鉄筋コンクリート構造計算規準による有効巾と比較検討し、また筆者の実験に於て板部つけ根に生じた面内力によるせん断きれつ性状について考察する。

4.1 弾性範囲における有効巾

図6～9は、筆者¹⁶⁾ 及び Jackson, Load¹⁴⁾ の実験による弾性範囲での板上面のスパン方向歪 ℓ_x の測定値を基にして協力巾の定義 (1) 式に従い、台形法によって求めた協力巾 λ のスパンに沿う分布を示したものであり、また図中の実線及び破線は弾性理論値である。単純梁の支点附近及び片持梁の加力点附近では、歪の測定値が小さいためいくぶん誤差があると思われるが、図9の試験体No. 8, 9の他は、実験値は理論値と比較的よくあっている。No. 8, 9は板端の直交梁が小さい試験体であり、実験値は板端完全固定時の理論線 (実線) と板端自由の理論線 (破線) の間に分布している。また、図6～9の実験値は板部圧縮時の値であるが、筆者が同じ試験体で弾性範囲における板部引張時の実験を行なった結果によると、協力巾の分布は板部引張時の場合も図7～9とほぼ同様であった。

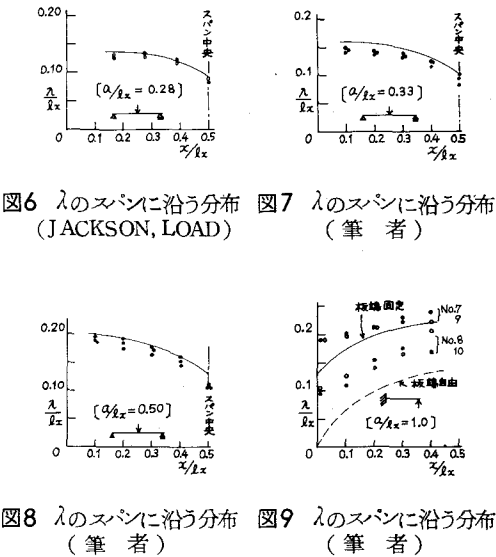


図6 λのスパンに沿う分布 (JACKSON, LOAD) 図7 λのスパンに沿う分布 (筆者)

図8 λのスパンに沿う分布 (筆者) 図9 λのスパンに沿う分布 (筆者)

図10及び表2は、スパンに沿って分布する協力巾の平均値を、東の協力巾の近似式(3a)、(4a)及び建築学会の計算規準による値と比較したものである。単純梁の実験値は、近似式(3a)とよく一致している。また、片持梁の場合、板端の直交梁が大きい試験体の実験値は、水平荷重時板端完全固定のT梁に適用される(3a)式とほぼ一致し、板端の直交梁が小さい試験体の実験値は、前述の(3a)式と板端自由のT梁に適用される(4a)式の中間に分布した。

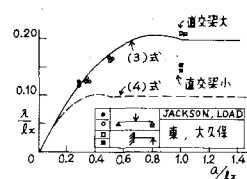


図10 λ と a/l_x との関係

表2 協力巾の比較

試験体の形状	No.	l_x (cm)	$\frac{a}{l_x}$	$\frac{t}{D}$	直交梁の $\lambda \times D$ (cm)	実験値		近似式 (3a)による λ (cm)	日本建築学会 計算規準による λ (cm)
						平均値	標準偏差		
	1	200	0.50	0.067	—	0.163	0.169	0.175	0.060 (C式)
	2	200	0.50	0.133	—	0.166	0.171	0.175	0.075 (b式)
	3	200	0.50	0.200	—	0.167	0.172	0.175	0.075 (b式)
	4	300	0.33	0.067	—	0.126	0.138	0.133	0.040 (C式)
	5	300	0.33	0.133	—	0.127	0.138	0.133	0.080 (C式)
	6	300	0.33	0.200	—	0.132	0.139	0.133	0.092 (b式)
	7	200	1.00	0.133	40×30	0.210	0.193	0.200	0.075 (b式)
	8	200	1.00	0.133	5×30	0.146	—	0.200 (0.199)	0.075 (b式)
	9	200	1.00	0.133	40×30	0.212	0.193	0.200	0.075 (b式)
	10	200	1.00	0.133	5×30	0.155	—	0.200 (0.199)	0.075 (b式)

(C)内の値は近似式(4a)による値

4.2 塑性範囲における有効巾と終局強度

図11に筆者の実験による試験体No.2の荷重・たわみ曲線を示す。

+サイクル(正加力)は板部圧縮、-サイクル(負加力)は板部引張を表わす。試験体は正負加力時とも釣合い鉄筋比以下であり、引張鉄筋降伏により曲げ破壊したため、最大荷重も引張鉄筋降伏荷重と大差ない。表3は引張鉄筋降伏荷重の実験値と有効巾を各種変えて e 関数法により計算した理論値との比較を示す。釣合い鉄筋比以下の場合、板部圧縮時には、梁の引張側鉄筋の降伏によって耐力が決まるため、有効巾が降伏荷重の計算値に与える影響は小さいが、板部引張時には、板部の x 方向筋が引張鉄筋として働くか否かにより計算値はかなり異なる。

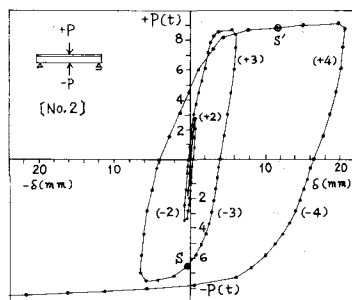


図11 荷重・たわみ曲線

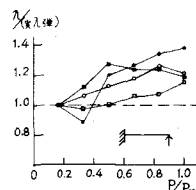
有効巾を色々変えて計算した結果、表3に示すように、単純梁(No.1~6)の実験では、板部圧縮時、引張時とも有効巾を全巾(No.1~3は $B=0.5l_x+b$ 、No.4~6は $B=0.33l_x+b$)と仮定し、板部引張時には板内の x 方向筋をすべて引張鉄筋とした計算値が実験値に最も近い。また、片持梁(No.7~10)の実験では、板端の直交梁が大きい試験体の場合、板部圧縮、引張時とも有効巾を全巾($B=l_y$)とした計算値が実験値に近いが、直交梁が小さい試験体の板部引張時には、スラブ筋が引張鉄筋として有効に働かず実験値は有効巾を全巾とした計算値よりはるかに低い。しかし、板部圧縮時には、前述の如く有効巾が降伏荷重に与える影響は小さいため、降伏荷重の比較のみで塑性範囲の有効巾は判明しにくい。

図12は板部圧縮時における板上面の歪の測定値をもとにして求めた協力巾の

実験値の弾性から塑性に至る間の変化を協力巾と荷重の関係で示したものである。図12 協力巾と荷重との関係

表3 有効巾を考慮した降伏荷重の理論値と実験値との比較

No.	(各種の有効巾に対する理論値)/(実験値)					
	板部引張 ($B=b$)		建築学会計算規準のB		全巾 ($B=l_y$)	
	正	負	正	負	正	負
1	0.88	0.45	0.91	0.56	0.93	0.98
2	0.88	0.45	0.92	0.61	0.93	0.98
3	0.88	0.45	0.92	0.61	0.93	0.98
4	0.86	0.45	0.89	0.56	0.91	0.98
5	0.86	0.45	0.90	0.72	0.91	0.98
6	0.86	0.45	0.90	0.77	0.91	0.98
7	0.81	0.65	0.84	0.72	0.86	0.95
8	0.85	0.90	0.88	1.00	0.90	1.31
9	0.91	0.65	0.94	0.73	0.95	0.96
10	0.91	0.91	0.94	1.03	0.95	1.35



この関係を調べるために利用できる実験データがまだ少なく、ばらつきもあるが概して協力巾が荷重とともに増加していく様子が観察できる。同様の現象は、CEBのT梁の主査 Brendel の報告によるドイツ材料試験所の実験結果¹¹⁾($\alpha/\ell_x = 0.20, 0.45$) にも見られ、板部圧壊直前の有効巾は、 $\alpha/\ell_x = 0.20$ の試験体では全巾であり、 $\alpha/\ell_x = 0.45$ の試験体では弾性理論値の2倍にまで達している。塑性範囲におけるこのような有効巾の増加の現象は、Brendel も推論している如く、ウェブの曲げきれつ発生によって引張側断面積が減少するため、板の曲げ応力が増加する事とコンクリートの応力・歪曲線の non-linear 性によるものであると思われる。

4.3 板部つけ根の面内せん断きれつ性状

図13は、No.2試験体の板部上面のきれつ状況を示し、破線は板部引張時、実線は板部圧縮時のきれつを表わす。板部引張時単純梁のスパン中央附近及び片持梁の梁端附近では、主にスパン方向の引張応力 σ_x によってきれつが発生するため、きれつはスパンと直角方向に伸展するが、単純梁の支点及び片持梁の先端に近づくにつれ、板部のきれつは面内せん断応力度 τ' の影響によりスパンと直角でなく、しだいに傾斜してくる。図13の破線で示すSきれつは、主に面内せん断応力度 τ' によって発生したものであり、板部つけ根から板端に向かって伸展し、図11のS点で観察された。実線で示した板部つけ根のきれつは、その後の板部圧縮時(図11のS'点)に発生したものであり、やはり板部つけ根の面内せん断応力度 τ' によるものである。このような面内せん断力によるきれつは、No.1, 2, 3, 4, 7, 9の試験体において、いずれも板部引張時には全スラブ筋が降伏する以前に、また板部圧縮時には引張鉄筋降伏後に発生し、これにより薄いスラブは自重によりたれ下った。

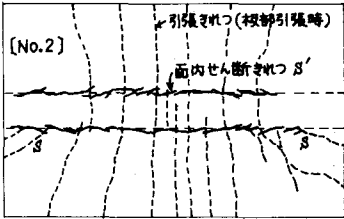


図13 板上面のきれつ状況

板部の圧縮応力度の分布を図14のように仮定した時の板部つけ根の面内せん断応力度の板厚にそう平均値 τ' として、坂静雄は(11)式を誘導した。¹⁷⁾

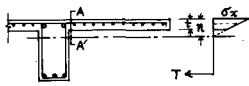


図 - 14

$$\tau' = \lambda \left(n - \frac{t}{2} \right) \frac{Q}{I_n} \dots\dots\dots (11)$$

ここに、 n ：中立軸距離、 Q ：梁のせん断力、 I_n ：中立軸に関するT梁の断面2次モーメント

板部つけ根上面での面内せん断応力度 τ'_u を図14から比例的に求めると(12)式となる。

$$\tau'_u = \tau' \cdot n / (n - t/2) = \lambda \cdot n \cdot Q / I_n \dots\dots\dots (12)$$

S及びS'きれつ発生時の板部つけ根上面の面内せん断応力度 τ'_u を(12)式によって計算し、また板上面におけるスパン方向の垂直応力度 $\sigma_x = M/Z$ と τ'_u とを組合せた時の引張主応力度 σ_d を計算すると表4に示すような値となり、コンクリート圧縮強度 F_c との比は、約 $F_c/10 \sim F_c/30$ である。

また、板部つけ根にそう面内せん断きれつ発生後、更に加力しても図11から明らかなように梁の曲げ耐力は低下していない。これは、板部のy方向筋が板部つけ根でせん断補強筋として働り斜張力を負担し、板内に垂直応力を伝達するからであると考えられる。

表4 面内せん断きれつ発生時板つけ根上面の応力度

No.	板部圧縮時					板部引張時				
	τ_u	σ_d	τ_u/F_c	σ_d/F_c		τ_u	σ_d	τ_u/F_c	σ_d/F_c	
1	23.7	14.9	$1/14.5$	$1/23.1$		22.5	28.4	$1/15.3$	$1/12.4$	
2	27.6	15.0	$1/12.5$	$1/22.9$		16.4	29.4	$1/21.0$	$1/11.7$	
3	27.8	14.3	$1/12.4$	$1/24.0$	—	—	—	—	—	—
4	25.0	18.6	$1/13.8$	$1/18.5$	—	—	—	—	—	—
7	36.5	23.2	$1/11.6$	$1/18.2$		18.3	22.9	$1/23.0$	$1/18.5$	
9	24.3	15.4	$1/18.3$	$1/28.8$		16.2	20.3	$1/27.4$	$1/21.8$	

τ_u, σ_d : (kg/cm²)

§ 5 結 び

集中荷重時単純梁及び水平地震時と相似な曲げモーメントを受ける片持梁形式の鉄筋コンクリート単独T梁の弾塑性範囲における実験結果とT梁の有効巾に関する既往の理論的研究成果及び日本建築学会の計算規準中の有効巾の規定とを比較した結果

- 1) 弾性範囲における協力巾の実験値のスパンに沿う分布は、既往の理論的研究成果とほぼ一致し、また、その平均値は、板端の直交梁が小さい片持梁形式の実験のほかは、東が提案した協力巾の近似式(3)と一致する。(3)式を一般ラーメン材に適用し、更に一次式で近似させると(5)式ようになり、各国の規準式中の(a)、(b)式の根拠を与える。また、(3)式は板の曲げ剛度を考慮したCEB規準中の $t/d = 0.2$ に対する協力巾の値ともほぼ一致しており、 $t/d \div 0.2$ 前後の通常の鉄筋コンクリート構造では、(3)式は応力計算時に用いる協力巾として妥当であると思われる。
- 2) 協力巾と板厚との相関は見られない。有効巾の規準式中の(c)式は板部の座屈あるいは板と梁とのつけ根の面内せん断破壊に関して決められたものと思われるが、これについては、規準としては板部の座屈応力度あるいは面内せん断応力度を検討し、安全なように板厚を増すか、せん断補強筋を配筋するかなどの規定にふりかえ、断面算定時に終局強度と関連させて考えるべきであり、応力計算時の式としては実状にあわな いと思われる。
- 3) 塑性に入ってから後の終局強度時の有効巾は、弾性範囲における有効巾より大きく、板辺長比 $a/l_x = 1.0$ までの実験における単純梁および板端に剛直直交梁を有する片持形式の梁の板部引張時には、有効巾は全巾であった。
- 4) 塑性範囲において、板部つけ根に面内せん断力によるきれつが発生したが、板内の y 方向筋が充分配筋されていたためか、きれつ発生後も曲げ耐力は低下しなかった。面内せん断きれつ発生時の板部つけ根上面の引張主応力度 σ_d とコンクリート圧縮強度 F_c との比は、 $F_c/10 \sim F_c/30$ の間にある。

参 考 文 献

1. Bortsch "Die mitwirkende Plattenbreite" Bauing, 2 1921
2. Karman, V.Th. "Die Mittragende Breite" August-Föppel-Festschrift 1924
3. Metzger "Die Mittragende Breite" Luftfahrtforschung 4 1929
4. Girkmann "Spannungsverteilung in geschweissten Blechträgern" Der Stahlbau 6, 1933
5. Chwalla "Die Formeln zur Berechnung der voll Mittragenden Breite dünner Gurt-und Rippenplatten" Der Stahlbau 9 1936
6. 坪井善勝「T梁に関する理論的研究」 建論報No.21(1941), No.26(1942)
7. Dischinger "Taschenbuch für Bauingenieure" 1943
8. Marguerre, K. "Über die Beanspruchung von Plattenträgern" Der Stahlbau August 1952
9. Rüsch "Die Mitwirkende Plattenbreite bei Plattenbalken" Der Stahlbau 22 1953
10. 東 洋一「T形大梁・小梁の協力巾と有効剛度」 建論報No.57(1957)

11. G. Brendel "Die mitwirkende Plattenbreite nach Theorie und Versuch"
Beton-und Stahlbetonbau 55 Jahrgang Heft 8 August 1960
12. Allen; Severn "Composite Action Between Beams and Slabs under transverse Load"
The Structural Engineer 5, 1961
13. J. A. N. Lee "Effective width of Tee-beams" The Structural Engineer 7, 1962
14. Jackson; Lord "Stress in Wide-flanged T-beams" C&Constructional Engineering
6, 1965
15. R. Taylor; B. Hayes and B.C. Wallin "Some tests on the effect of yield lines on
the behaviour of reinforced concrete T-Beams" Magazine of Concrete Research
Vol. 17, No.52: Sept. 1965
16. 東 洋一, 大久保全陸「鉄筋コンクリートT形梁に関する研究」1報, 2報(1966), 3報(1967) 関東支部研
17. 坂 静雄「鉄筋コンクリート学教程」 産業図書
18. F.G. Thomas "Explanatory handbook on the B.S. Code of Practice for Reinforced
Concrete" No. 114, 1957 Concrete Publications Limited
19. W. Gehler "Erläuterungen zn den Stahlbetonbestimmungen" Verlag von Wilhelm
Ernst & Sohn
20. 日本セメント技術協会, 尾坂芳夫訳 パンフレット翻訳6 「終局強度理論による鉄筋コンクリート設計施工基準」