

まえがき 都市部の高架構造などに、鋼薄肉平板で立体的に構成されたラーメン隅角部構造がしばしば採用される。このような構造の設計手法としては、L.S. Beedleの理論を基礎とし、隅角部ウェブのせん断応力の分布形状に対する修正と、フランジ応力へのモデル化計算で得られるせん断おくれによる応力の考慮を行う方法が提案

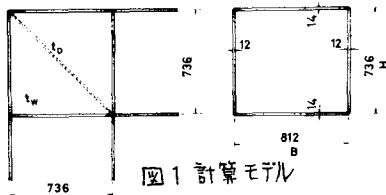


図1 計算モデル

されている。しかし、隅角部ウェブ厚増加や斜補剛材の存在に伴う影響は明らかではない。ここでは、純曲げをうける直線直角型ラーメン隅角部を有限要素法によって解析し、それらによる影響を調べる。

表1 型式

type	t _w	t _f
W12	12	-
W18	18	-
W24	24	-
D10	12	10
D20	12	20

mm

解析手法 隅角部を構成する平板は主にShear作用によって外力に抵抗すると考えられるので、ここでは板のPlate作用を無視し先に発表した2次元有限要素法による薄肉立体構造の解析法を適用した。またReussの仮定より導びかれた塑性域における応力歪関係式⁹⁾をもちい、荷重漸増法によって弾塑性的な解析もおこなった。

計算モデル 図1に示す隅角部構造を対象とし、表1のモデルを解析した。梁部断面は共通である。対称性を考慮し、各平板を図7のような要素群に分割する。荷重は純曲げモーメントと等価な節点力群を梁端面に作用させる。鋼材は $\sigma_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ とし、歪硬化特性は考慮しなかった。

弾性時特性 応力分布: 隅角部内角近傍の内フランジにおける直応力の板巾方向分布を図2に示す。

W型の応力分布は奥村博士によるものと似ているが、ウェブ近傍でそれを越える傾向を示す。斜補剛材によって応力分布は均一化されるが、平均応力を増加させている。各型式の板厚変化による影響はあまりなかった。図3にフランジ内、直応力軸方向分布と隅角部ウェブ内せん断応力分布を示す。外フランジではD型の場合直応力が隅角部端部まで達している。中央線上ではW型の場合、梁領域からすでに応力の低下が始まっている。ウェブ近傍^(c)においては、W,D型とも内角付近で単純理論より増加する傾向がみられる。しかしいずれの場合にも内角より梁高程

図4 回転角の着目線

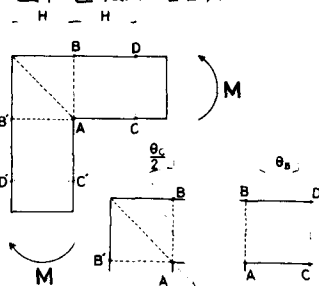


図2. フランジ内応力分布 (板巾方向)

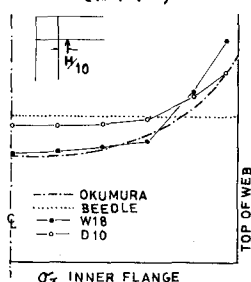


図3 直応力、せん断応力分布 (軸方向、ウェブ内)

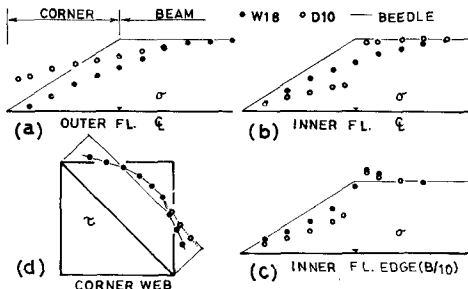


表2. 弾性時剛性

	K _T		K _C		K _B	
	F	B	F	B	F	B
W12	76	81	57	59	91	100
	76		46		114	
W18	85	89	77	74	90	100
	85		56		116	
W24	91	94	95	85	89	100
	91		63		117	
D10	89	91	78	77	96	100
	89		67		107	
D20	95	96	90	90	98	100
	95		80		105	

F:FINITE B:BEEDLE

(%)

度離れれば単純理論に収束する。隅角部
のせん断応力は、中央付近で平均せん断
断応力を15%程上まわる分布をした。

W18のウェブ厚(3.6cm)より一割程厚い換算ウェブ厚(3.96cm: Beedle^(d)の)を持つD10のせん断
力分布がW18とほとんど一致したことより、斜補剛材によってせん断応力の分布
形状は変化しないが、その効果は換算ウェブ厚と等価ではないことが考えられる。

変形: モデル上に2本の着目線A,B,C,D

を設定し(図4), これらの回転角より、隅角部、梁部、複合部分の相等剛性(EI_{eq})を求め、表2のk_c,k_b,k_t
にk_B(Beedle)を基準として示す。上段はウェブ、下段は中央線上で求めたものである。C-D面での回転角はウェブ
と中央部と一致しているが、A-B面では差がみられ、W型の場合に著しい。梁部とほぼ同じ耐荷力を
持つW18,D10の複合部分の剛性は、等価梁の9割程度であった。

弾塑性特性 変型: 荷重漸増法によって得られたC-D面のM-φ曲線と、相等剛性の変化を、単純塑性
性理論(P)と比較して図5,6に、各型式の理論降伏値を表3に示す。W
12は隅角部の強度が不足して早期に降伏する。他のW型はD型より先に剛性が低下する傾向を示す。M_y/1.0付近での剛性の急激な低下は、
梁フランジの全域降伏に起因していた。

塑性領域の進展(図7): W12,18の場合は、隅角部ウェブ中央部分に
主要な降伏が始まり、ウェブを貫通するように拡大する^{II}。
ウェブが過度に厚いW24は、隅角部より離れた梁フランジが急
激に降伏する^{III}。D10は、まず隅角部ウェブ内部で降伏が起
った後、内フランジを斜めに貫通するような塑性領域が進展し、
球状に拡大した後外フランジの全域降伏を生ずる。斜補剛
材は中央部分より降伏が開始した。D20は、^{IV}の進行を
示した。D型にみられた現象は、斜補剛材によるフランジ
直応力の均一化と、平均応力の増加に関係するのではないかと推測される。

図5. M-φ 曲線

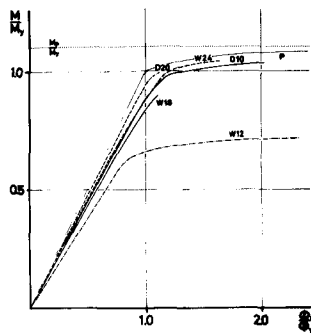
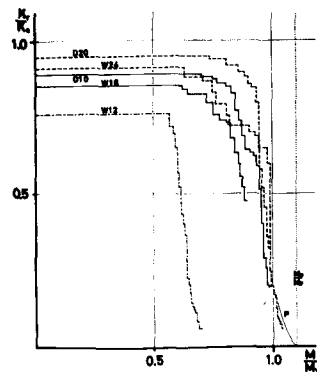


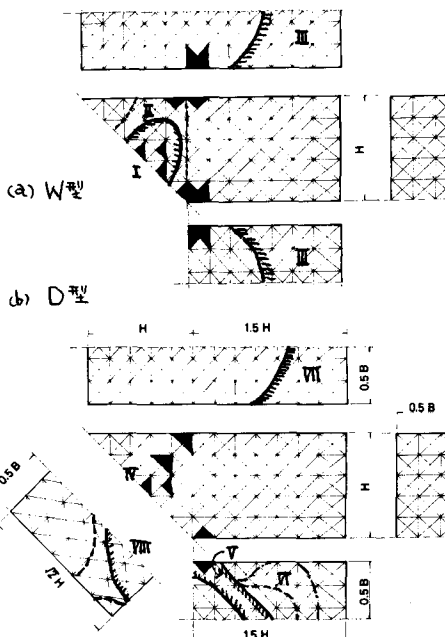
図6. 相等剛性の変化



	C _B	C _D	
W12	62	55	B _B =253 t·m(100%) B _D =183 t·m(72%) M _P =279 t·m(110%) PLASTIC MOMENT
W18	92	83	
W24	123	111	
D10	102	92	
D20	142	128	

C: CORNER, B: BEAM B: BEEDLE O: OKUMURA

図7. 塑性領域の進展



- 1) 奥村・石沢 薄板構造ラーメン隅角部の応力計算について
土木学会論文集 343.5
- 2) 第23回年次講演会
- 3) 山田 弾塑性問題における剛性マトリクス
土木学会 19年3号

・本解析は 東大大型計算機センターの HITAC 5020E を利用しておこなった。