

鋼支保工接合部の強度と変形特性に関する実験的研究

大阪大学工学部 正員 西村宣男 駒井鉄工所 正員 播本章一
 大阪大学大学院 黄 元燮 駒井鉄工所 正員 秋山寿行
 大阪大学大学院 学生員 〇佐々木淑充

1. はじめに 現在、支保工として圧延H形鋼材を組み立てたラーメン形式が頻繁に使用されている。高度確保のため中間水平ばりの上に柱を立てて2層あるいは3層ラーメンとする場合(図-1)がある。格点部でははり部材が貫通し、柱ははりのフランジにボルト接合される。従って上部柱から下部柱への力の伝達のため、接合部における水平はり部材の補剛設計を適切に行う必要がある。本研究では実物大の供試体を対象とした破壊実験を行い、接合部の極限強度を明らかにする。そして終局状態における崩壊様式をモデル化し、一般性のある強度評価式を明らかにする。さらに接合部の剛性と断面力の関係を評価するための構造モデルを考案し、全体解析に必要な新しい接合部有限要素を定式化するための基礎データとする。

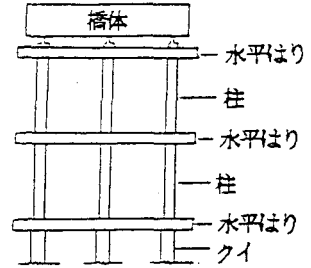


図-1 支保工全体図

2. 実験結果 実験に使用する格点モデルはリブ材とアングル材を使用して補剛(図-2)したモデルで、供試体はそれぞれJRタイプ、JAタイプと名付けて図-3、表-1に表す。接合は、B N. M24-70で行う。支承はかまぼこ型で偏心量ごとに移動でき、供試体にボルトで固定する。アングル材、リブ材とも2種類ずつ用い、偏心量は2〜3種類ずつ変化させる。載荷は油圧ジャッキで行う。接合部での回転角と柱の傾きを知るために変位を計測し、リブ材、アングル材とはりのウェブ両面、はりのフランジにゲージを貼り計測した。崩壊様式は次のように分類できる。

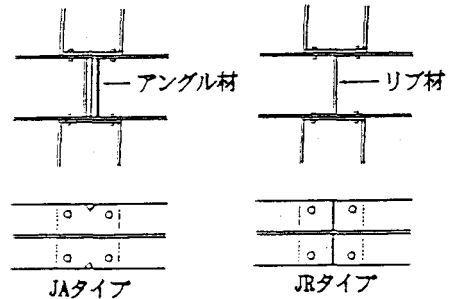


図-2 補剛形式

- 1) JA30-1, JA50-1 初期偏心量が極めて小さいため、はりの上下フランジが平行にずれるモードではりウェブが座屈崩壊する。
- 2) JA30-2, JA30-3 偏心量により強度に差はあるが、どちらも圧縮側アングル全体がくの字に曲がり座屈した。
- 3) JA50-2, JA50-3 アングルの座屈で崩壊するが、JA30とは違いアングルの局部座屈が生じ、圧縮側アングルがねじれ座屈する。
- 4) JR6-2, JR6-3 圧縮側リブプレートが大きいたわみ、板座屈で崩壊している。
- 5) JR12-2, JR12-3 リブ厚が厚いためほとんど局部たわみは生ぜず、はりフランジとエンドプレートが塑性曲げ崩壊した。

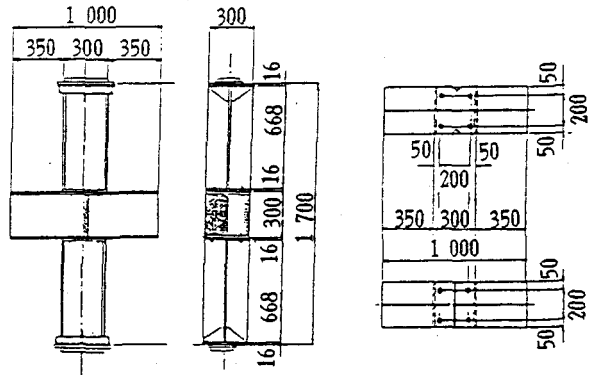


図-3 供試体

3. 強度算定モデルと剛性評価 リブ材、アングル材が全塑性になるモーメントを極限純曲げ強度、はりウェブのひずみから推定したはりウェブの有効断面を加えた断面が全塑性

表-1 寸法表[mm]

H型鋼			
H×B	t _w	t _r	r
300×300	10	15	18

アングル材

	A×B	t
JA30	30×30	3.2
JA50	50×50	3.2

リブ材

	t
JR6	6
JR12	12

になる圧縮力を極限純圧縮強度とするモデルを考える。強度の算定式はそれぞれ次のようになる。

$$Mu = A_s \cdot \sigma_y \cdot d \quad (1)$$

Mu: 極限純曲げ強度

$$Nu = (A_{w,eff} + A_s) \sigma_y \quad (2)$$

Nu: 極限純圧縮強度

σ_y : 降伏応力

A_s : 補剛材(リブ材、アングル材)の総断面積

d: 補剛材間の重心間距離

$A_{w,eff}$: はりウェブの有効断面積

式(1)、式(2)により算出した極限強度と実験式(1)、式(2)により算出した極限強度と実験での崩壊強度を表-2で比較する。これと実験結果の崩壊状態を比較するとJA30-1とJA50-1は崩壊時のモーメントとかなりの差がある。しかし、JA30-2、JA30-3、JA50-2、JA50-3、JR6-2、JR6-3 はそれぞれ強度モデルで算出した崩壊モーメントと近い値を取っている。それに対しJR12-2、JR12-3 はかなり小さいモーメントで崩壊している。

接合部の剛性EIの値を推定する式を次に提案する。有効断面の断面2次モーメントから求めた計算値剛性EI_oで無次元化し、接合部にかかる曲げモーメントM、圧縮力Nを純曲し、接合部にかかる曲げモーメントM、圧縮力Nを純曲げ強度Mu、純圧縮強度Nuで無次元化した値を用いて推定する。定数a、b、c、dは表-3に表す。

$$\frac{EI}{EI_o} = -a \frac{M}{Mu} - b \frac{N}{Nu} + c \leq d \quad (3)$$

提案した式の適合性を検討するため、実験より得られた剛度と式(3)を用いても求まる剛度を図-4に表して比較する。これを見るとどの格点モデルとも実験誤差によるばらつきはあるものの、ほぼ推定値に近いことが分かる。

4. 結論 本研究では鋼支保工格点部の強度と変形特性に着目し、崩壊様式を実験によって明らかにした。また、強度算定モデルを考案し、剛性推定式を提案した。

なお、本研究を実際のH型鋼支保工の強度特性に反映するには、次のような課題がある。

- 1) 補剛形式とその種類を新しいパラメータで表したより一般性のある極限強度算定モデルの確立
- 2) 鋼支保工全体を弾塑性有限要素解析を行うためのより一般性のある格点部剛性推定式の確立

表-2 極限強度

供試体	実験値		強度モデルの算出値	
	崩壊荷重 [t]	最大モーメント [t・m]	純圧縮強度 [t]	純曲げ強度 [t・m]
JA30-1	127.3	0.331	127.3	1.50
JA30-2	76.5	1.433		
JA30-3	27.5	1.767		
JA50-1	129.0	0.214	129.0	2.32
JA50-2	95.6	2.328		
JA50-3	35.1	2.166		
JR6-2	163.9	3.934	153.1	4.45
JR6-3	89.4	4.232		
JR12-2	128.1	5.592	202.2	8.10
JR12-3	64.9	5.813		

表-3 推定式の定数

	a	b	c	d
JA30	0.0360	0.2548	0.2502	—
JA50	0.0448	0.0355	0.2000	—
JR6	0.3201	0.0161	0.3169	0.1479
JR12	0.1713	0.0053	0.1216	0.0846

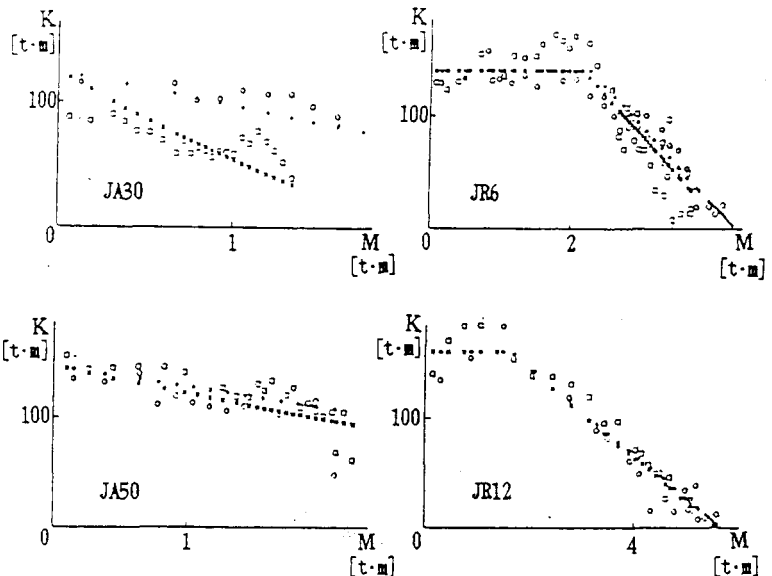


図-4 剛度比較 ○□実験値 ●■推定値