

(23) 表面に突起を有するH形鋼を用いた混合構造接合部の力学性状

住友金属工業(株) ○高田啓一
 東京大学 加藤 勉
 住友金属工業(株) 坂本 傑
 住友金属工業(株) 大竹章夫

1 諸 言

鉄骨部材と鉄筋コンクリート部材とを構造物レベルで合成した混合構造システムにおいて、その異種部材接合部には両部材間の円滑かつ確実な応力伝達性能が要求される。

ここでは、異種部材の接合形式として鉄骨部材をRC部材中に埋込み、鋼材表面に生じるコンクリート支圧力及び付着力により両者間の応力伝達を計る根巻き型継手に着目し、鋼材表面の突起が接合部の力学性状に与える影響を基礎的実験により検討したのでその結果を報告する。

2 実験内容

2.1 供試体

使用した表面に突起の圧延成形されたH形鋼(縞付H形鋼)を図1に示す。

供試体には図2、表1に示すように、鋼材表面の突起の有無及び接合部の応力状態をパラメータとした4体を用意した。

全供試体とも鉄骨部材のRC部材中への埋込長 L_s は鉄骨せい H_s の3倍($L_s=1,200\text{mm}$)、接合部RCの補強筋比は $p_w=0.31\%$ (D10 @ 90mm)と一定である。

なお、コンクリート(早強ポルトランドセメント、粗骨材15mmアンダー、スランプ18cm)は図2の上方向より打設した。各供試体のコンクリート圧縮強度を表1に、使用鋼材の機械的性質を表2に示す。

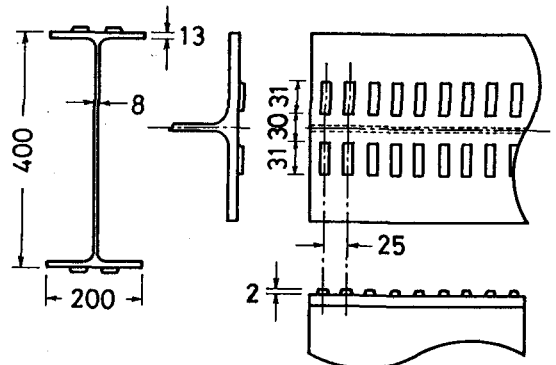


図1 縞付H形鋼

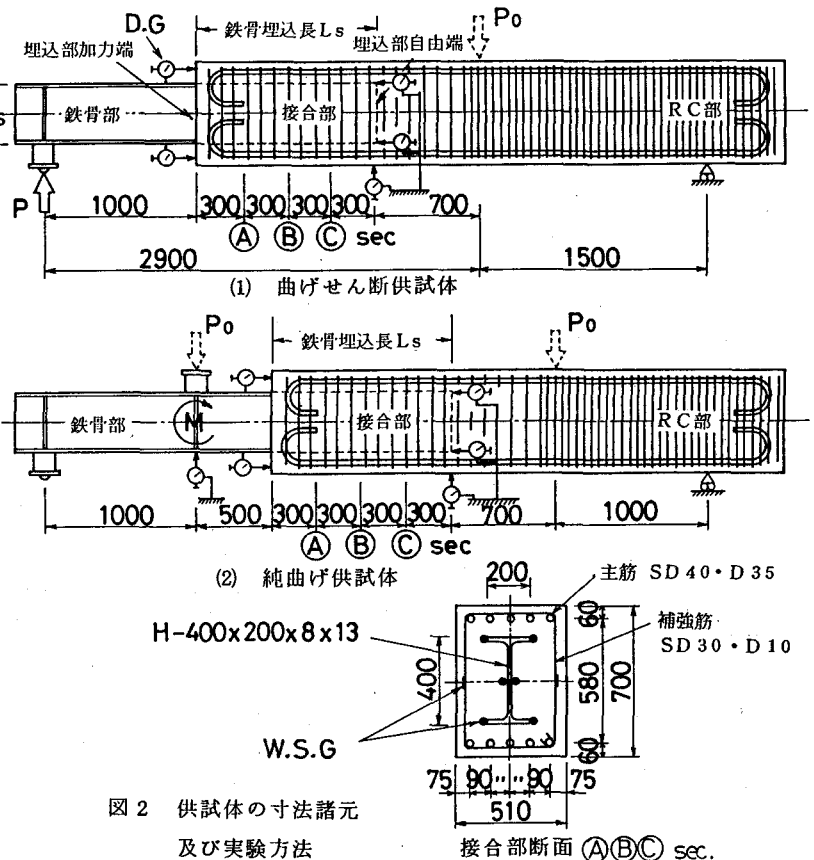


図2 供試体の寸法諸元
 及び実験方法

表 1 供試体一覧及び実験結果

供試体	諸 元			実 験 結 果					加藤・森田 モデル 計 算 値
	鉄 骨	載荷方法	コンクリート 圧縮強度 F _c : kgf/cm ²	ひび割れ発生荷重			最大荷重	破壊形式	
				(a)	(b)	(c)			
C E	竊 H	曲げせん断	344	15.0 t	19.9 t	27.3 t	30.1 t	RCせん断	29.7 t
C P	普 H [※]	↑	330	13.6 t	17.7 t	23.9 t	26.6 t	↑	29.1 t
D E	竊 H	純 曲 げ	329	28.5 t・m	34.0 t・m	40.0 t・m	42.0 t・m	鉄 骨 曲 げ	64.8 t・m
D P	普 H [※]	↑	311	28.5 t・m	36.0 t・m	34.3 t・m	46.8 t・m	↑	63.0 t・m

2. 2 載荷及び測定方法

※ 表面の平坦な普通H形鋼

載荷は図2に示すように単純ばり形式で行い、供試体C E, C Pでは接合部を曲げせん断区間に、供試体D E, D Pでは純曲げ区間にそれぞれ設けた。

加力方法は漸増の一方向単調とし、各荷重ステップ毎に図2に示すダイヤルゲージ(D. G)及び抵抗線ひずみゲージ(W.S.G)により供試体各部の変形とひずみを測定した。

3 実験結果及び考察

3. 1 供試体のひび割れ及び破壊性状

接合部R Cの最終ひび割れ状況を図3に示す。接合部に生じるひび割れのうち、曲げひび割れ以外の特徴的なものとして次の3種が認められる。すなわち、鉄骨埋込部自由端側で材軸直交方向に生じるひび割れ(a)、鉄骨埋込部加力端側で鉄骨フランジ端から発生するひび割れ(b)、および接合端側面に45°方向に発生するひび割れ(c)である。これらひび割れの目視による発生荷重を表1に示す。

また、各供試体の最大耐力と破壊形式を表1に併せて記す。鉄骨の曲げ降伏により破壊した供試体D E, D Pの最大耐力実験値は表2に示す素材の降伏点を用いた全塑性耐力計算値 $cP_m = 40.7 \text{ tonf} \cdot \text{m}$ 、 $45.6 \text{ tonf} \cdot \text{m}$ とはほぼ一致する。

なお、表1中の荷重は供試体C E, C Pでは鉄骨部材に生じるせん断力(鉄骨側支点反力)を、供試体D E, D Pでは鉄骨部材の曲げモーメントをそれぞれ示している。

これより、鋼材表面の突起が接合部R C

表 2 鋼材の機械的性質

鋼 材 種		降 伏 点 $\sigma_y : \text{kgf/mm}^2$	引 張 強 さ $\sigma_b : \text{kgf/mm}^2$	伸 び E l : %
竊 H	フランジ t=13 (SS41)	29.4	44.9	28
	ウェブ t=8 (")	37.1	48.6	23
普 H	フランジ t=13 (")	32.9	48.2	26
	ウェブ t=8 (")	41.8	52.2	22
主 筋 SD40・D35		41.6	60.6	22
補強筋 SD30・D10		39.1	54.2	23

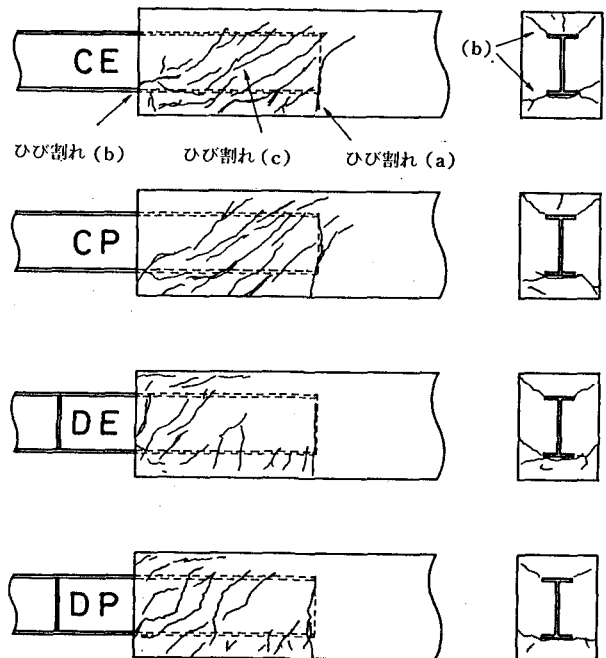


図 3 供試体接合部の最終ひび割れ状況

に生じるひび割れ(c)の発生を遅らせ、接合部RCのせん断耐力の向上に有効であることが判る。

3. 2 供試体の変形性状

供試体の荷重—変形関係を図4に、鉄骨埋込部加力端側における荷重—ずれ変形関係を図5に示す。

図4には鉄骨埋込部自由端を固定とした鉄骨のみの計算剛性を一点鎖線で、鉄骨部材とRC部材とを接合端面において剛結としかつ接合部内の鉄骨を無視した場合の計算剛性を二点鎖線で示す。

これより、鋼材表面の突起により鉄骨とRCのずれ変形が拘束され接合部の剛性が向上することが判る。

3. 3 接合部の応力伝達性状

荷重—鉄骨部材各断面の曲げモーメント分担率関係を図6に、荷重—鉄骨部材各断面の軸力関係を図7に示す。図6、図7にコンクリートの引張強度を無視し、鉄骨とRCとが完全に一体化したSRC断面としての計算値を一点鎖線で示す。

また、荷重—補強筋のひずみ関係を図8に示す。

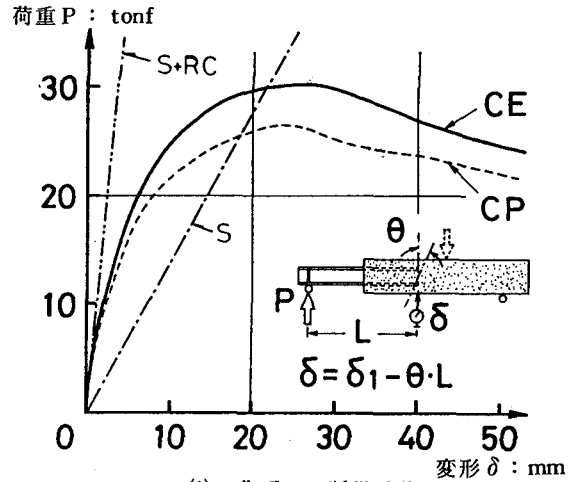
鉄骨各断面の曲げモーメント分担率は $\eta = M_s / M_o$ で、 M_s は鉄骨に貼付したW. S. Gによる軸方向ひずみ測定値を直線補間して得られる鉄骨断面に生じている曲げモーメント実験値を、 M_o は同断面位置の接合部に生じている外力のモーメントをそれぞれ示す。

鉄骨各断面の軸力 F_s も同様にW. S. G測定値より計算される実験値であり、その値は鉄骨埋込部加力端から各断面迄の鉄骨に生じているコンクリート付着力の積分値を意味する。なお、図7に示す軸力の急激な低下は同断面位置で鉄骨部材とRC部材間に微小なずれ変形が生じた結果と考えられる。

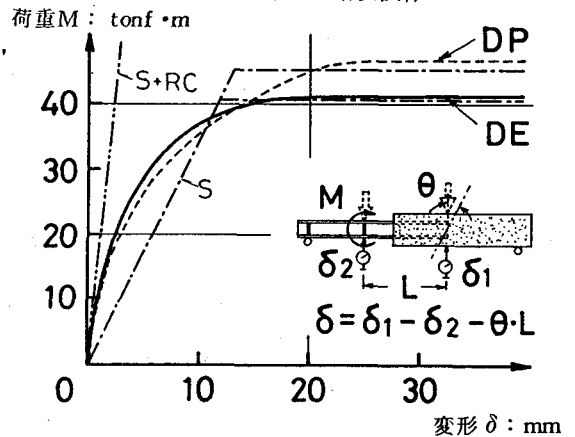
以上の結果より、普Hを用いた場合、低荷重域では接合部の鉄骨とRCとが一体化した挙動を示すが、上述のずれ変形の発生と同時に両者の一体化性能はほとんど失われ、鉄骨とRCとはコンクリート支圧力を介してのみ応力を伝達する機構に急変することが判る。この性状は鉄骨の埋込部位置に拘わらず不変である。

一方、縞Hを用いた場合、鉄骨埋込部加力端側で、鉄骨とRCとの一体化性能の低下が認められるものの荷重の増加と共に鉄骨の軸力も増加し、コンクリート支圧力と付着力による両者間の応力伝達機構の変化は認められない。

なお、いずれの場合も、接合部RCのひび割れが進出した時点で、コンクリート支圧力は補強筋の引張力

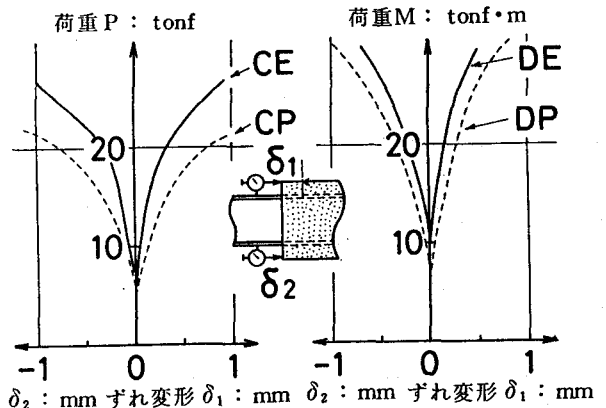


(1) 曲げせん断供試体



(2) 純曲げ供試体

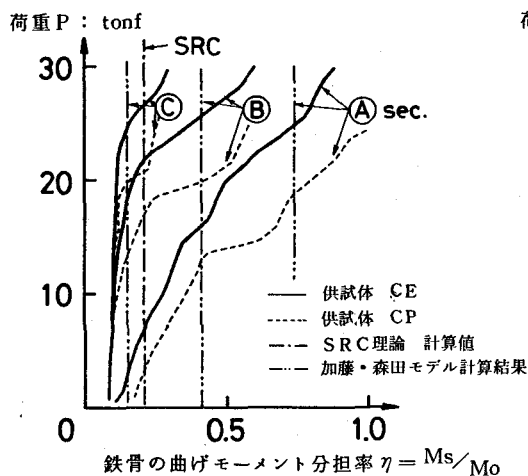
図4 荷重—変形関係



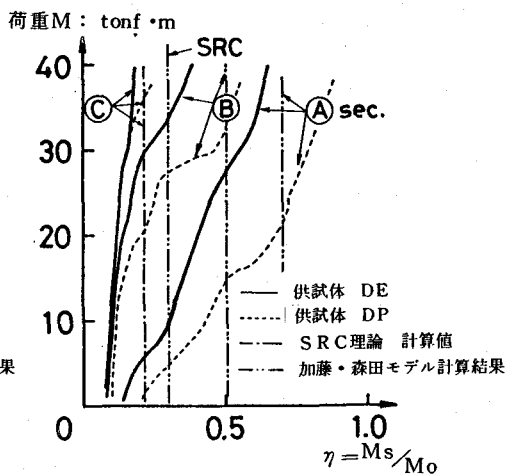
(1) 曲げせん断供試体

(2) 純曲げ供試体

図5 荷重—ずれ変形関係

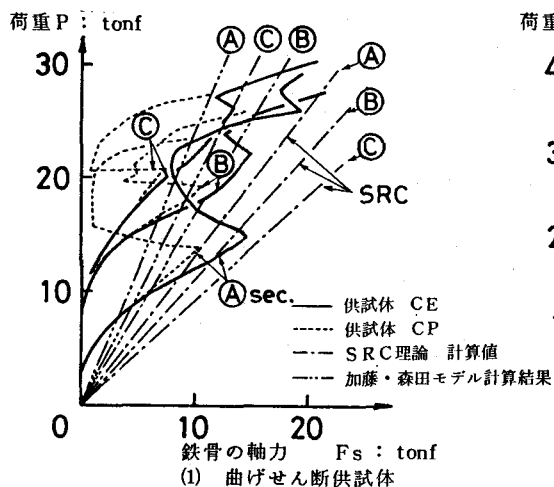


(1) 曲げせん断供試体

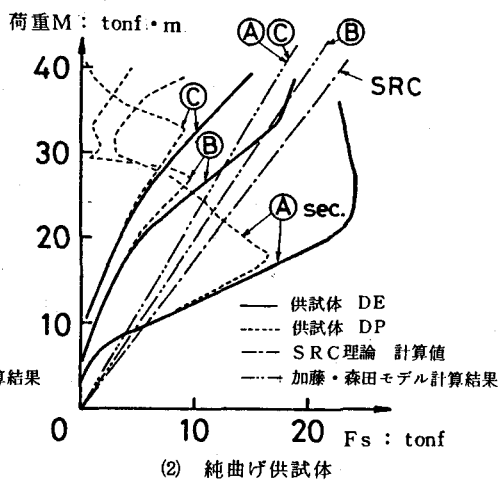


(2) 純曲げ供試体

図6 荷重—鉄骨の曲げモーメント分担率関係

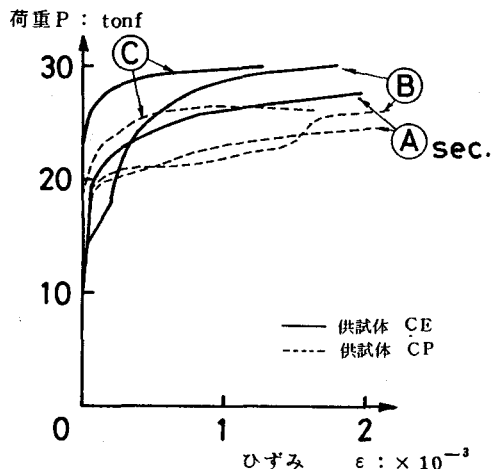


(1) 曲げせん断供試体

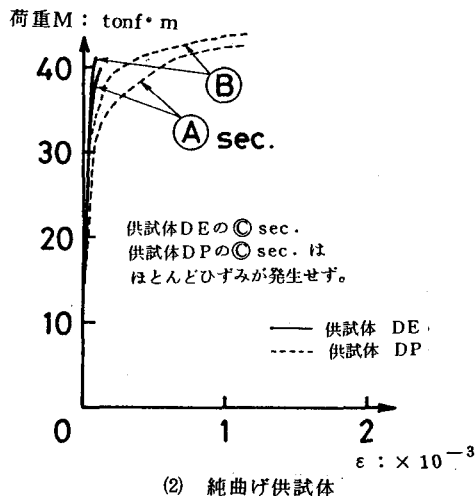


(2) 純曲げ供試体

図7 荷重—鉄骨の軸力関係



(1) 曲げせん断供試体



(2) 純曲げ供試体

図8 荷重—補強筋のひずみ関係

4 接合部 R C のせん断耐力

加藤・森田モデルは図9に示すように鉄骨を剛体と考え、その回転変形に応じて鋼材とコンクリートとの接触面に生じるコンクリート支圧力と、支圧応力状態にある鉄骨フランジと接合部コンクリート間の摩擦抵抗により鉄骨の応力がRCに伝達されると考えるもので、接合部RCの最大耐力は上記支圧力が反転する位置を通り材軸と45°方向のRC断面のパンチングシャ-耐力で与えられる。

結果を表 1 及び図 7, 8 に示す。これより、複雑な応力状態にある接合部の最大耐力時近傍の耐力機構及び最大耐力は加藤・森田モデルではほぼ把握し得ることが判る。

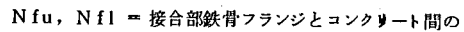
鉄骨部材をRC部材中に埋込んだ根巻き型混合構造
接合部の曲げせん断実験を行い次の結論を得た。

(2) 鋼付 H 形鋼を用いた場合、鉄骨埋込部加力端側で、鉄骨部材と RC 部材の一体化性能は低下するもののコンクリート支圧力と付着力による両者間の応力伝達機構に変化は認められない。

(3) 縞付H形鋼を用いた接合部RCのせん断耐力は、普通H形鋼を用いた場合に比べ約13%向上し、その値は鋼材とコンクリートとの摩擦係数 $\mu=0.5$ とした加藤・森田モデルにより安全側に評価できる。

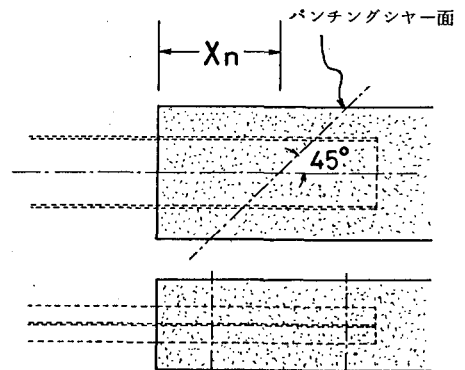
〈参考文献〉

- 1) 森田, 加藤, 寺田:「根巻き型柱脚のせん断耐力」 日本建築学会論文報告集第354号, 昭和60年8月 P. 32 ~ P. 39

 μ_u, μ_l = 鉄骨とコンクリート間の摩擦係数

X_n = コンクリート支圧応力の反転位置

(1) 応力伝達機構



(2) 接合部 R C のパンチングシャー面

図9 加藤・森田モデル