

鉄骨偏心梁の取り付く通しダイアフラム形式・柱梁接合部の力学的性状に関する基礎実験 (その3)

正会員 ○吉田 良治\*<sup>1</sup> 同 押田 光弘\*<sup>2</sup>  
同 立花 正彦\*<sup>3</sup> 同 森田 耕次\*<sup>4</sup>

CFT 柱梁接合部 偏心梁  
通しダイアフラム 局部引張実験 縮小試験体

表1 実験計画

D/t <sub>c</sub>	d <sub>f</sub> /D	t <sub>d</sub> /t <sub>c</sub>	B <sub>f</sub> /D	e/D				
				0	0.1	0.2	0.3	0.34
39.1	0.60	1.0	0.60	●	●	●		
		1.4		●	●	●		
		2.8		●	●	●		
	5.0	0.33	①●		②●		③●	
27.8	0.90	1.0	0.60	●	●	●		
	0.80	1.0	0.60	④●	⑤●	⑥●		
	0.88	2.0	0.40	⑦●	⑧●	⑨●		
		2.7		⑩●	⑪●	⑫●		
	0.90	1.0	0.60	●	●	●		

D/t<sub>c</sub>: 鋼管幅厚比 d<sub>f</sub>/D: 打設孔径比  
t<sub>d</sub>/t<sub>c</sub>: ダイアフラム板厚比 B<sub>f</sub>/D: フランジ幅比 e/D: 偏心率

1. はじめに 筆者らは、縮小試験体を用いて鋼管幅厚比、打設孔径比、ダイアフラム板厚比、フランジ幅比、偏心率を実験変数とした実験を行い、鉄骨偏心梁の取り付く通しダイアフラムの力学的性状を系統的に検討してきた<sup>1),2)</sup>。本実験は新たに鋼管幅厚比(D/t<sub>c</sub>=27.8)に着目し種々の実験変数によって、力学的性状を実験的に検討したものである。

2. 試験体の形状と寸法 実験計画を表1に、また試験体の形状と寸法を図1に示す。表1の●印は既往の実験で行われた実験変数で、○印が今回の実験変数である。○の中の数値は試験体名を表す。試験体数は全12体である。試験体は角形CFT柱梁接合部から柱と梁フランジおよびダイアフラムを取り出した部分試験体で、実構造物の1/4~1/5程度を想定した縮小試験体である。柱鋼管は125mm角で、梁フランジとダイアフラムは鋼板から一体で取り出し、140mm角のダイアフラムの中心には、充填コンクリート(縮小試験体であるため高強度無収縮モルタルを使用)打設用の孔を設けている。柱鋼管と通しダイアフラムは部分溶け込み溶接により接合する。また、大変形時に充填モルタルが柱鋼管内から飛び出さないように柱上下にプレートを設置した。これら使用材料の機械的性質を表2に示す。

3. 実験方法 加力は、アムスラー万能試験機(能力:1000kN)により、各試験体の梁両端部に引張力を作用させて単調裁荷する。ダイアフラムの局部変形量は梁フランジ芯上に設けたポスト間(検長225mm)の変位として変位計を用いて計測する。さらに、梁フランジとダイアフラム側面にそれぞれひずみゲージを貼付し、各部のひずみを計測する。

4. 実験結果  
1) 各部の降伏状況と破壊性状 代表的な降伏形式を図2に、各試験体の実験終了時の状況を写真1に、各試験体の降伏形式を表3に示す。偏心率0~0.2の試験体は、概ね写真1(a)に示すように梁フランジ周辺で打設孔が大きくゆがみ、梁側ダイアフラム(type A)が降伏している。偏心率0.3、0.34の試験体は、写真1(b)に示すように、ダイアフラムの形状が正方形から台形になっており、偏心側ダイアフラムで降伏(type C)している。このことにより、偏心量が大きい場合には梁フランジの応力が偏心側ダイアフラムに集中したものと考えられる。⑦~⑫試験体は写真1(c)で示すように鋼管と梁フランジ接合部付近の溶接部で破断した。フランジ幅比が大きく、ダイアフラム板厚比が小さい⑥試験体は耐力が梁

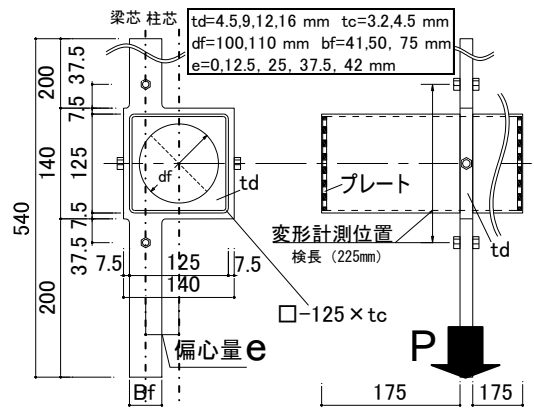


図1 試験体形状および寸法

表2 使用材料の機械的性質

鋼材	板厚 t (mm)	降伏応力		引張強さ σ <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
		σ <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>0.2</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	
梁4.5	4.22	357.0	437.1	
梁9	8.85	296.4	400.1	
梁12	11.74	357.7	463.6	
梁16	15.97	337.6	501.3	
鋼管3.2	2.98	365.0	455.5	
鋼管4.5	4.54	298.8	430.7	

モルタル	σ <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		E (N/mm <sup>2</sup> )
	σ <sub>0.2</sub>	σ <sub>0.5</sub>	
	47.9	1.93 × 10 <sup>4</sup>	

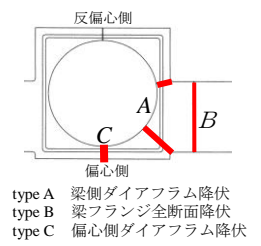


図2 降伏形式

表3 実験値および計算値一覧

試験体名	降伏形式	実験値 (kN)			指針式			梁耐力	
		降伏 ePy	塑性 ePp	最大 ePu	降伏 ePy/cPy	塑性 ePp/cPp	最大 ePu/cPu	降伏 kN	最大 kN
①	typeA	129	182	285	1.04	1.08	1.17		
②	typeA	165	211	310	1.14	1.08	1.09	224	332
③	typeC	172	213	287	0.93	0.98	0.89		
④	typeA	69	98	144	0.93	0.93	1.04		
⑤	typeA	73	101	144	0.96	0.94	1.02	121	148
⑥	typeA	75	109	150	1.03	1.06	1.10		
⑦	typeA	102	155	237	1.04	1.21	1.35		
⑧	typeA	115	169	249	1.22	1.29	1.39	200	270
⑨	typeA	116	189	257	1.14	1.34	1.33		
⑩	typeA	112	158	235	1.08	1.11	1.28		
⑪	typeA	134	201	266	1.10	1.20	1.24		
⑫	typeC	155	216	268	1.07	1.10	1.07	217	279

耐力を越え、最終的に梁フランジで破断した。

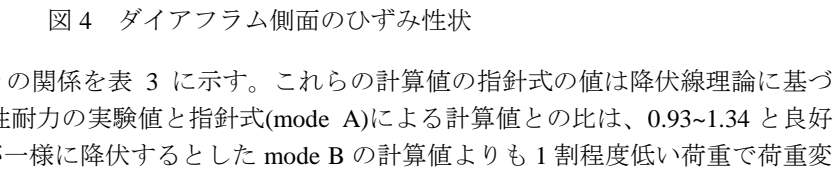
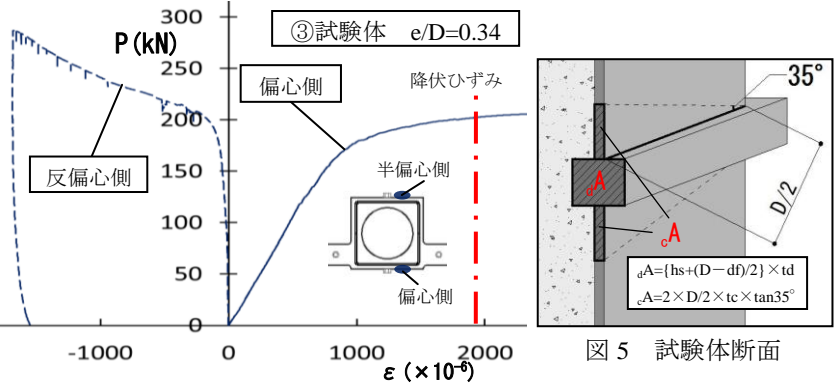
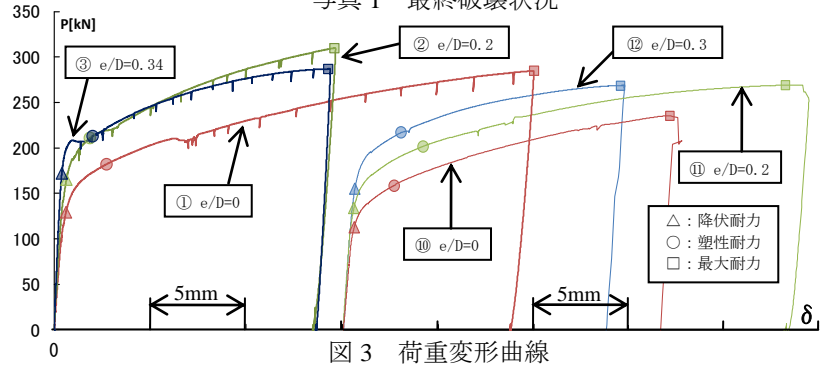
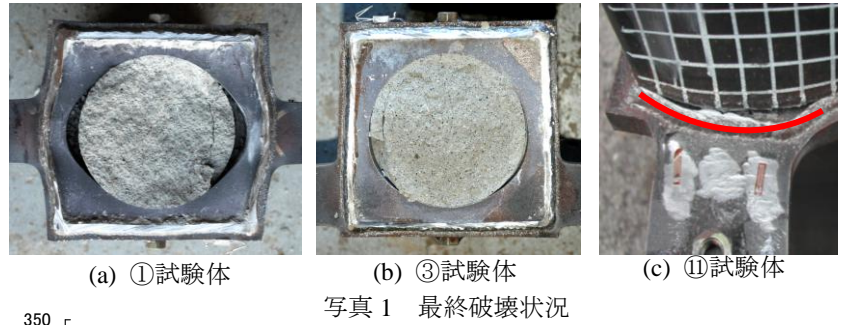
**2) 荷重変形関係** 各試験体の局部変形量の荷重変形曲線を図3に示す。図中には、降伏耐力および塑性耐力の実験値をそれぞれ△、○、□印で示す。ここで、降伏耐力実験値( $ePy$ )は 1/3 Slope Factor 法により、荷重変形曲線の接線剛性が初期剛性から 1/3 に低下した時点の荷重、塑性耐力実験値( $ePp$ )は、General Yield Point 法により、最大荷重時変形量の 1/2 時における 2 次接線剛性と初期剛性との交点の荷重としてそれぞれ求めた。なお初期剛性は最大荷重時の 1/5 時と原点との接線剛性によるものとした。既往の実験結果と同様に、偏心率の増大に伴い各種耐力が上昇する傾向が見られるが、③試験体の最大耐力実験値( $ePu$ )が②に比べて低下している。これは前項で述べた type C の破壊が先行したためだと考えられる。

**3) ダイアフラムのひずみ性状** 最大偏心の③試験体のダイアフラム側面のひずみ性状を図4に示す。荷重 150kN 程度までは、反偏心側にはほとんどひずみは生じていない。一方、偏心側は初期から正值のひずみが生じており、弾性域では偏心側のダイアフラムがほぼ全ての荷重を負担しているものと考えられる。また、偏心側ダイアフラムが降伏ひずみに達した荷重(202kN)は、荷重変形曲線が棚状になっている部分の荷重(208kN)に対応していることから、このときに type C の降伏が生じたと考えられる。

**4) 耐力** 各試験体の各種耐力と計算値との関係を表3に示す。これらの計算値の指針式の値は降伏線理論に基づく mode A によって求めた<sup>3)</sup>。降伏および塑性耐力の実験値と指針式(mode A)による計算値との比は、0.93~1.34 と良好な対応を示している。一方、③試験体では梁が一様に降伏するとした mode B の計算値よりも 1 割程度低い荷重で荷重変形曲線の棚、すなわち type C の降伏が生じている。これについては検討モデルとして、図5のような偏心側ダイアフラムの最小断面とその位置における鋼管の負担断面、各々の降伏耐力または最大耐力の和からなる mode C を定義する。ここで鋼管の負担断面の高さは、荷重変形曲線の棚の荷重より逆算すると 92 mm、鋼管ウェブでの広がりにして 36.3 度となる。これを既往の実験<sup>2)</sup>で梁フランジの降伏以前に棚を生じた試験体(1 体)に適用した場合でも、棚の荷重にほぼ対応することから、35 度として mode C を評価すると、③試験体の荷重変形曲線の棚と計算値の比( $ePy/cPy=1.03$ )と最大荷重と計算値の比( $ePu/cPu=1.03$ )はともに 1.03 となり、これらを概ね評価可能であると考えられる。

**5. まとめ** 偏心率が 0.2 以下の試験体では、既往の実験結果と同様に偏心率の増大に伴って各種耐力は上昇するが、偏心率が 0.34 の試験体では、梁偏心によって応力が偏心側ダイアフラムに集中し、この部分が先行破壊する性状が見られた。また、その場合の耐力は、偏心側ダイアフラム側面の最小断面とその位置における鋼管の負担断面からなるモデルにより評価することができる。

【参考文献】 1) 山下、押田、立花、森田：鉄骨偏心梁の取り付く通しダイアフラム形式・CFT 柱梁接合部の力学的性状に関する基礎実験 その1、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-1、pp.1139~1140、2008.9 2) 渡辺、押田、立花、森田：鉄骨偏心梁の取り付く通しダイアフラム形式・CFT 柱梁接合部の力学的性状に関する基礎実験 その2、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-1、pp.1141~1142、2008.9 3) 新都市ハウジング協会：角形 CFT 柱梁接合部設計指針、一通しダイアフラムおよび内ダイアフラムを用いた接合部一、2006.4



\*1 東京電機大学大学院 未来科学研究科

\*2 (株)えびす建築研究所 開発室、博士(工)

\*3 東京電機大学 未来科学部 建築学科 教授、工博

\*4 千葉大学 名誉教授、工博

\*1 Graduate School of Sc. and Tech. for Future Life, Tokyo Denki Univ.

\*2 Ebisu Building Laboratory Co., Dr. Eng.

\*3 Prof., Dept. of Arch., Tokyo Denki Univ., Dr. Eng.

\*4 Prof. Emeritus, Chiba Univ., Dr. Eng