

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
—その7 梁の偏心率 0.3 でのパネルの挙動—

正会員 ○押田 光弘*¹ 同 立花 正彦*²
同 森田 耕次*³

CFT 柱梁接合部 偏心梁
通しダイアフラム 部分骨組実験

1. はじめに

筆者らは、前報¹⁾において偏心率 0.3 の柱梁接合部を有する骨組の挙動について、提案している通しダイアフラム局部引張の各種耐力式が、骨組へ適用できることを明らかにした。

本報では、偏心率 0.3 の柱梁接合部を有する角形 CFT 骨組の挙動、特にパネルの挙動とせん断耐力評価法²⁾の適用性について検討することを目的とする。なお、両試験体の実験変数を表 1 に示すが、形状・寸法や使用材料、実験方法などの詳細については、前報を参照されたい。

2. パネルせん断変形状

パネルのせん断変形状を図 1 に示す。同図の縦軸は梁端荷重の平均値 P を、横軸はパネルのせん断変形角 γ を示す。なお、梁偏心の無い E 試験体については、パネルの両側をそれぞれ①側、②側と呼ぶ。

E 試験体では、梁偏心が無く対称な形状であるため、両側がほぼ同様の性状を示しており、主に $\gamma = 7/1000 \text{ rad}$ (層間変形角 $R=4\%$ 付近) 以降で変形が大きく進行し、また、荷重の繰り返しによっても変形が進行している。一方、梁偏心率 0.3 の F 試験体では、偏心側と反偏心側で性状が大きく異なっている。反偏心側が最大耐力まで剛性の低下はほとんど見られず、ほぼ弾性変形に留まっているのに対し、偏心側に変形が集中しており、特に $\gamma = 4/1000 \text{ rad}$ ($R=2\%$ 付近) 以降で変形が進行している。しかし、繰り返しによる変形の進行はほとんど見られない。これは、梁が無偏心の場合は、パネル全体、特に内部コンクリートが繰り返しによって徐々に損傷を受けるのに対し、偏心した場合は反偏心側の性状がほぼ弾性であったことから明らかなように、パネルの損傷領域が相対的に小さくなったことで損傷が偏心側に集中したため、処女載荷で一気に損傷し、繰り返しによる変形の進行が非常に小さくなったものと考えられる。なお、既報²⁾の偏心率 0.2 の試験体による内部コンクリートの観察からも同様の状況が明らかとなっている。

次に、両試験体のパネルの荷重—せん断変形角関係より得られたスケルトンカーブを図 2 に示す。同図中の×印は、パネル鉄骨の中央に貼付した 3 軸ひずみゲージによる鉄骨の降伏歪到達時期を、一点鎖線は筆者らが既報²⁾で提案している、ねじりモーメントを考慮した偏心側パネル鉄骨の降伏耐力の計算値を示す。

E 試験体では、①側と②側でほぼ同一の挙動を示し、若干の相違はあるもののおよそ 100~120kN 程度で鉄骨が降伏に至っている。一方、F 試験体では、両側の挙動が大きく相違し、偏心側のパネル鉄骨が 72kN で降伏したのに対し、反偏心側は 161kN と大きな差異が見られる。また、最大耐力時

表 1 各試験体の実験変数

試験体名	梁偏心率	柱径	柱径厚比	柱ダイア板厚比	梁幅厚比
	e/D	D	D/t_c	t_d/t_c	B/t_f
E	0	250 (mm)	26.57	2.33	4.57
F	0.3				

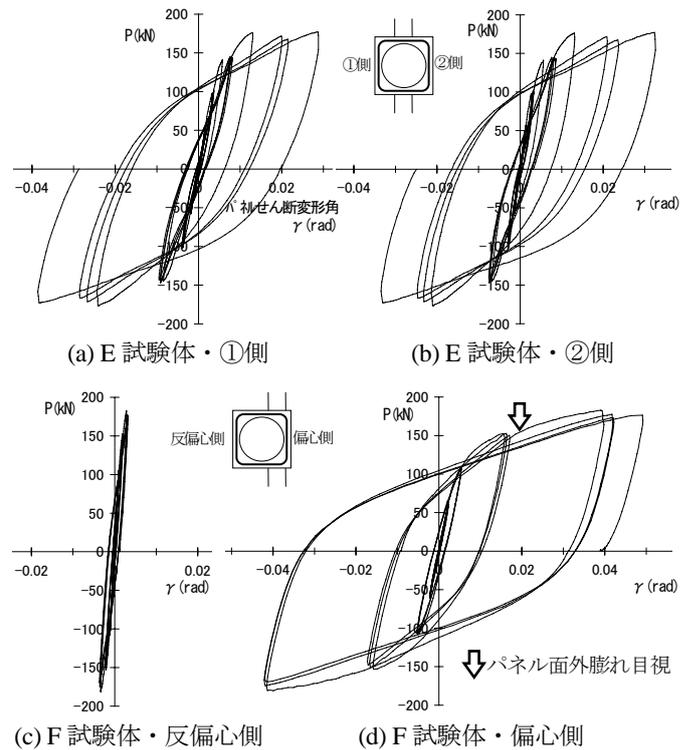


図 1 パネルせん断変形状

の変形量も、偏心側は反偏心側に比べて極めて大きくなっている。更に、偏心側パネル鉄骨の降伏荷重は計算値に対して 0.92 を示し、偏心率 0.3 においても提案式は比較的精度良く評価できるものと考えられる。

3. パネル耐力評価法の適用性

パネルの荷重—せん断変形角関係スケルトンカーブについて、パネル両側の性状を平均したものを図 3 に示す。同図中の△印は、1/3 Slope Factor 法により接線剛性が初期剛性 (最大耐力 1/5 時の接線剛性) から 1/3 に低下した時点として求めた降伏耐力実験値を示す。

これらスケルトンカーブの両側平均性状は、若干 F 試験体の方が初期剛性が高く剛性低下が早いものの、降伏耐力 (△印) 付近まではほぼ同一の性状を示していると言える。その後 F 試験体の荷重は 1 割程度 E 試験体を下回っている。また表 2 より、SRC 規準³⁾に示される接合部パネルの短期

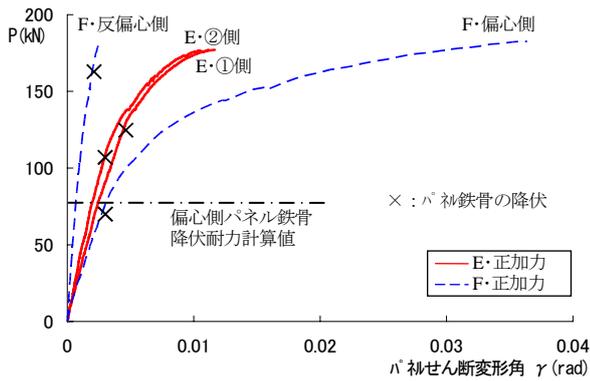


図2 パネルせん断変形スケルトンカーブ

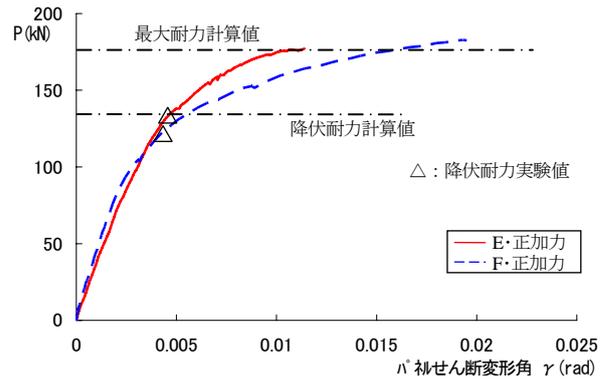


図3 パネルせん断変形両側平均性状

許容せん断耐力式による降伏耐力計算値に対して、実験値は1.00、0.94であり、終局せん断耐力式による最大耐力計算値に対しては1.00、1.02となり、偏心率0.3のF試験体に対してもSRC規準式は精度良く評価している。さらに、E試験体についてはダイアフラム破壊が先行したが、パネルも塑性変形が進展しており、終局状態近くまで達していたものと考えられる。

4. 各部の変形分担

梁、柱、パネルおよびダイアフラム局所変形の全体変形に対する分担割合を図4に示す。同図は、各サイクル第1および第3サイクルの値を用いており、同一の層間変形角での±3サイクルの繰り返し加力の影響も示している。

E試験体(点線)では、 $R=0.5\%$ 時に梁が5割の変形を分担していたが、 $R=4\%$ 時にはダイアフラムが4割、パネルが3割を分担し、梁はおよそ2割にまで低下している。また、各3サイクルの繰り返しによってダイアフラムの分担率が減少し、その分をパネルの分担率が增大している。これは既往の実験と同様に、繰り返し加力によって梁上下のダイアフラムが損傷を受け、変形が蓄積されて徐々にせり出して来るため、ダイアフラムの局所変形による梁端の回転量が減少し、全体変形に及ぼす影響が徐々に小さくなるためであると考えられる。

F試験体(実線)では、ダイアフラムの分担率の上昇は少なく1割の上昇に留まっており、繰り返し加力による減少もほとんど見られない。一方、 $R=0.5\%$ 時に梁と柱で7割の変形を分担していたが、最終的には2割強に低下し、パネルが6割に達している。

これらより、無偏心のE試験体はダイアフラムの変形が、偏心のF試験体はパネルの変形がそれぞれ支配的であったと考えられる。また、ダイアフラムとパネルを足した接合部全体の变形としては、梁無偏心のE試験体の方がF試験体に比べて全体変形の1割程度大きいことから、偏心率0.3程度では、偏心によって接合部全体の剛性も上昇するが、骨組全体に与える影響も小さくないものと考えられる。

5. まとめ

径厚比27の角形CFT柱に鉄骨梁が取り付け部分骨組の加

表2 パネルせん断耐力の実験値と計算値

試験体	パネル位置	実験値			計算値						
		パネル		骨組	パネル		骨組		骨組		
		鉄骨降伏	降伏		偏心側・鉄骨降伏	降伏耐力	最大耐力	偏心側・鉄骨降伏	降伏耐力	最大耐力	
		P_{ye}	P_{SRCy}	P_{SRCu}	実/計	実/計	実/計	実/計	実/計	実/計	
E	①側	127.1	-	(177.1)	135.9	0.94	-	-	-	-	-
	②側	106.2	-		-	0.78	-	-	-	-	-
	平均	-	135.3		-	-	-	135.9	1.00	176.9	(1.00)
F	偏心	70.9	-	(182.8)	77.7	0.91	-	-	-	-	-
	反偏心	166.2	-		-	-	-	-	-	-	-
	平均	-	128.4		-	-	-	137.0	0.94	178.6	(1.02)

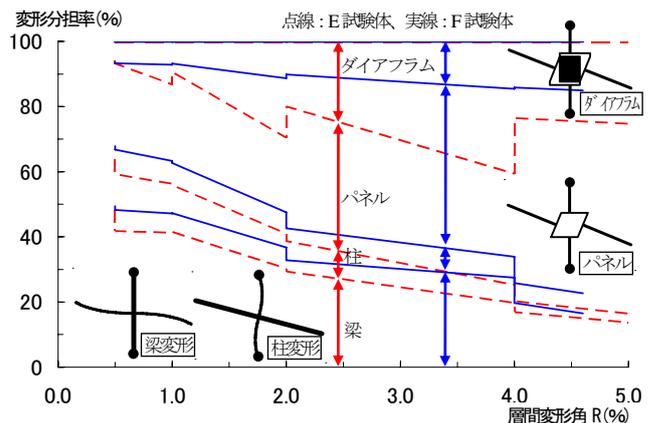


図4 各部変形の分担率

力実験より、鉄骨梁の偏心率が0.3ではパネルのせん断変形が偏心側に大きく集中し、無偏心に比べて早期にパネルの鉄骨が降伏するものの、SRC規準式にパネルのねじりモーメントを考慮した既提案の評価法によって予測することが可能であり、パネル全体の降伏耐力は、SRC規準式で評価可能な範囲であることが明らかとなった。

【謝辞】

本研究の実験計画にあたり、(社)新都市ハウジング協会・CFT造構造設計法研究会・接合部WGと共同で立案しました。御協力頂いた関係各位に深く感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 押田、立花、森田：鉄骨偏心梁の取り付け通しダイアフラム形式・CFT柱梁接合部の力学的性状、その6梁の偏心率が0.3の部分骨組実験、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-1、pp.1143~1144、2008.8
- 2) 押田、一戸、齋藤、福元、立花、森田：鉄骨偏心梁の取り付け通しダイアフラム形式・角形CFT部分骨組の力学的性状、鋼構造論文集、第12巻第48号、pp.17~30、2005.12
- 3) 日本建築学会：鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説、2000.1

*1 (株)えびす建築研究所 開発室、博(工学)

*2 東京電機大学 未来科学部 建築学科 教授、工博

*3 東京電機大学 情報環境学部 情報環境学科 教授、千葉大学 名誉教授、工博

*1 Ebisu Building Laboratory Co., Dr. Eng.

*2 Prof., Dept. of Arch., School of Sc.& Tech. for Future Life, Tokyo Denki Univ., Dr. Eng.

*3 Prof., School of Information Env., Tokyo Denki Univ., Prof. Emer., Chiba Univ., Dr. Eng.