

(42) CFT柱とRCはりの新しい接合方法の開発

DEVELOPMENT OF NEW TYPE CONNECTIONS BETWEEN CFT-COLUMNS AND RC-BEAMS

塩屋俊幸*, 勝沢勝栄**, 出羽克之**, 佐藤孝典*, 塩川英世*

Toshiyuki SHIOYA, Katsuyoshi KATSUZAWA, Katsuyuki DEWA, Takanori SATO, Hideyo SHIOKAWA

* 清水建設技術研究所 (〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17)

** 清水建設土木本部設計部 (〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3)

This paper deals with the development of new type connections between CFT-columns and RC-beams. To simplify the connection reinforcement, TH1-specimen connection was made using T-headed bars. PC1-specimen connection was made using PC bars. TH2-specimen connection was made using double steel pipes and T-headed bars. The lap of inside RC-column or PC-column and outside steel pipe is 1.5 times as long as the diameter of outside steel pipe. There is no gap joint. Experimental results showed that the maximum bending capacity was almost the same as the calculated value. Therefore these three types of connection are applicable to connections between CFT-columns and RC-beams.

Key Word: connection, cyclic loading, CFT-column, T-headed bar

1. はじめに

CFT(Concrete Filled steel Tube)は、鋼管内にコンクリートを充填した構造体であり、両者の合成効果により、高耐力・高耐震性が期待できる。建築分野では高層建築の柱として頻繁に用いられ、土木分野ではJR秋田新幹線の高架橋に初めて導入された¹⁾²⁾(写真-1参照)。秋田新幹線では上部はり、地中はりともSRC構造であり、CFT柱とSRC構造の接合部であったが、ここではCFT柱とRCはりの接合部の経済性を考慮した新しい接合方法を開発し実験した結果について報告する³⁾。TH1試験体はTヘッドバー⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾を用いることにより接合部の配筋を簡略化したものである。ここで一つの特徴であるTヘッドバーとは鉄筋端部を高周波誘導加熱しテーパー付き孔空プレートを取り付けけたものである。PC1試験体はPC鋼棒を用いることにより、またTH2試験体は2重根巻き鋼管により、CFTの全耐力をRCはりに伝達しようとしたものである。もう一つの特徴としては鉄筋あるいはPC鋼棒はCFT鋼管の直径の1.5倍の長さだけ鋼管側に飲み込ませてあり、全くずれ止めを配していないことである。実験結果は予測どおりTH1試験体は鉄筋コンクリートとしての耐力を示し、PC1試験体とTH2試験体はCFTと同等の耐力となった。したがって今回開発した3種類の接合方法は目的に応じて採用できることが明らかとなった。

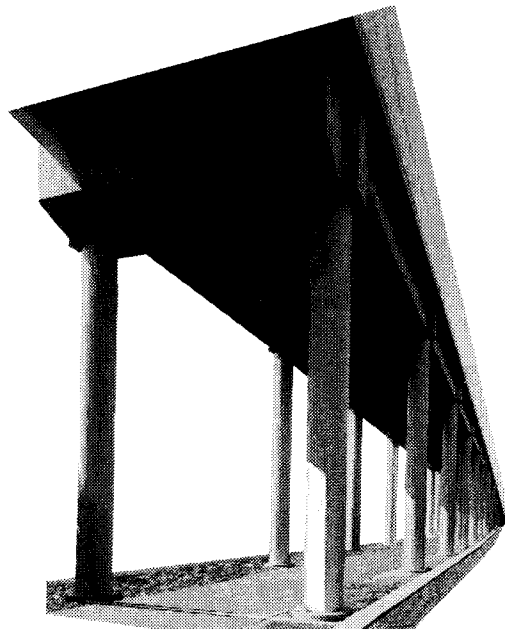


写真-1 JR秋田新幹線高架橋

2. 実験概要

2. 1 形状寸法・鋼材配置

試験体の形状寸法と鋼材配置を図－1～3に示す。

(1) TH1試験体：TH1試験体はTヘッドバー(写真－2参照)を用いることにより接合部の配筋を簡略化したものである。ここでTヘッドバーとは鉄筋端部を高周波誘導加熱しテーパ付き孔空プレートを取り付けたものである。なお、柱付け根のRC部で破壊させるためCFT鋼管とスラブの間に10mmの隙間を開けてある。普通強度コンクリート ($f_{ck} = 27\text{N/mm}^2$ ：表－1) を使用。

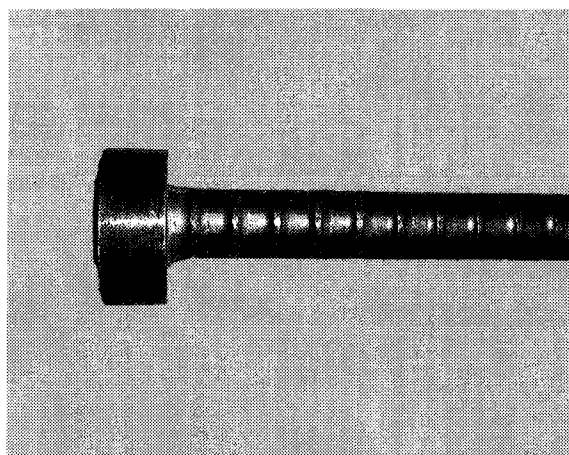
(2) PC1試験体：PC1試験体はPC鋼棒を用いることによりCFTの全耐力をRCはりに伝達しようとしたものである。高強度コンクリート ($f_{ck} = 60\text{N/mm}^2$ ：表－1) を使用。

(3) TH2試験体：TH2試験体は2重根巻き鋼管により、CFTの全耐力をRCはりに伝達しようとしたものである。高強度コンクリート ($f_{ck} = 60\text{N/mm}^2$ ：表－1) を使用。

2. 2 使用材料

(1) 普通強度コンクリート ($f_{ck} = 27\text{N/mm}^2$)

普通強度コンクリートの配合を表－1に示す。粗骨材は葛生産砕石 ($G_{max} = 20\text{mm}$ ，比重2.69)を用い，細骨材は君津・田沼産混合砂(比重2.58, 2.60)を使用した。ま



写真－2 Tヘッドバー

た，セメントは早強セメントを用いた。

(2) 高強度コンクリート ($f_{ck} = 60\text{N/mm}^2$)

高強度コンクリートの配合を表－1に示す。粗骨材は鳥形山産砕石 ($G_{max} = 20\text{mm}$ ，比重2.70)を用い，細骨材は君津・田沼産混合砂(比重2.58, 2.60)を使用した。また，セメントは普通セメントを用いた。

(3) 鋼材

鋼管はSTK400，鉄筋はSD345，PC鋼棒はSBPR100/125とした。

2. 3 養生方法

試験体は現場気中養生とし，テストピースは現場封かん養生とした。

2. 4 加力方法

加力方法を図－4に示す。軸力はTH1試験体の場合569kN一定，PC1，TH2試験体の場合2140kN一定で，加力は正負繰り返し載加とし，各サイクルで2回繰り返すこととした。

3. 実験結果

3. 1 実験結果一覧表

表－2に鋼材の引張試験結果を，表－3に載荷試験時コンクリート試験結果を，表－4に実験結果を示す。

表－2 鋼材試験結果

呼 称	降伏点 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	弾性係数 $\times 10^6(\text{N/mm}^2)$	破断伸び (%)
内側鋼管	454	493	0.215	31
外側鋼管	393	487	0.199	40
Tヘッドバー	395	577	0.177	16
PC鋼棒	1360	1380	0.212	10

表－1 配合表

配合	目標圧縮強度 (N/mm^2)	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	水セメント比 (%)	細粗骨材率 (%)	単位量 (m^3)				混和剤 (g/m^3)	空気量 (%)
						水 W (kg)	セメント C (kg)	砂 S (kg)	砂利 G (kg)		
1	27	20	12	54.5	45.8	160	294*1	831	1022	2.94	4.5
2	60	20	フロー (55cm)	38.0	47.3	165	435*2	823	956	6.63	2.5

*1 早強セメント、*2 普通セメント

一定軸力 $N = 569 \text{ kN}$

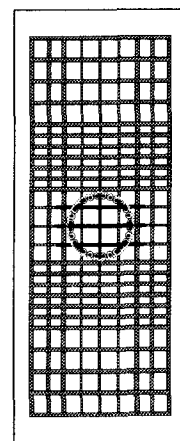
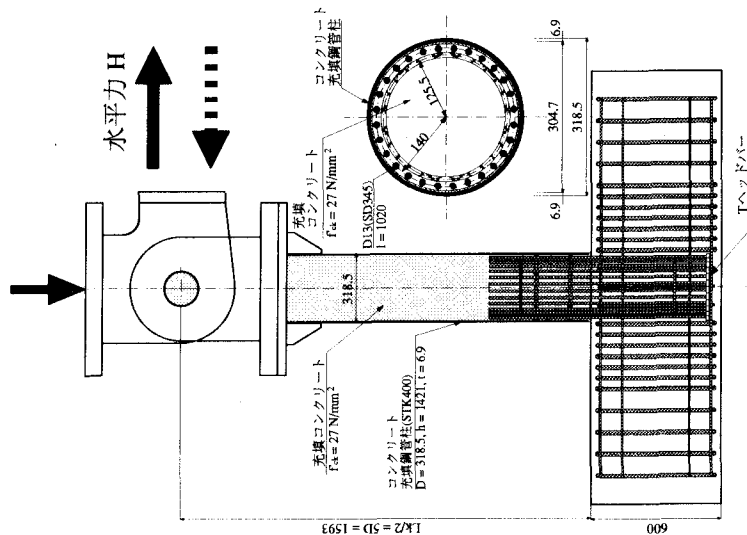


図-1 TH1 試験体形状寸法・鋼材配置

一定軸力 $N = 2140 \text{ kN}$

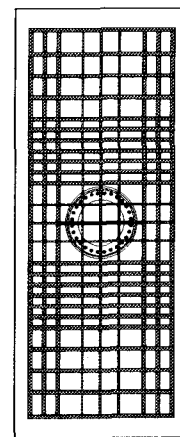
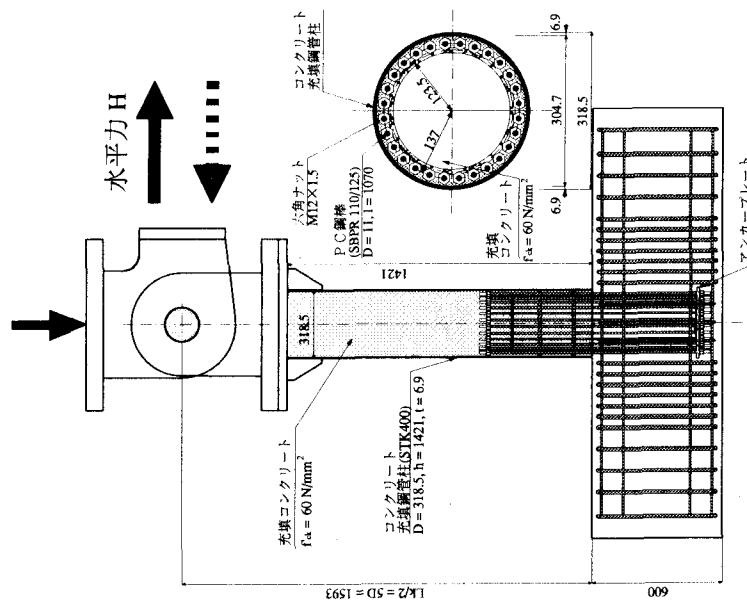


図-2 PC1 試験体形状寸法・鋼材配置

一定軸力 $N = 2140 \text{ kN}$

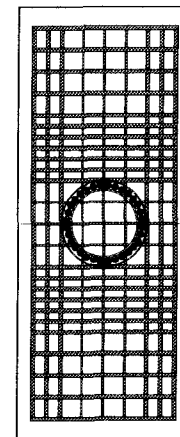
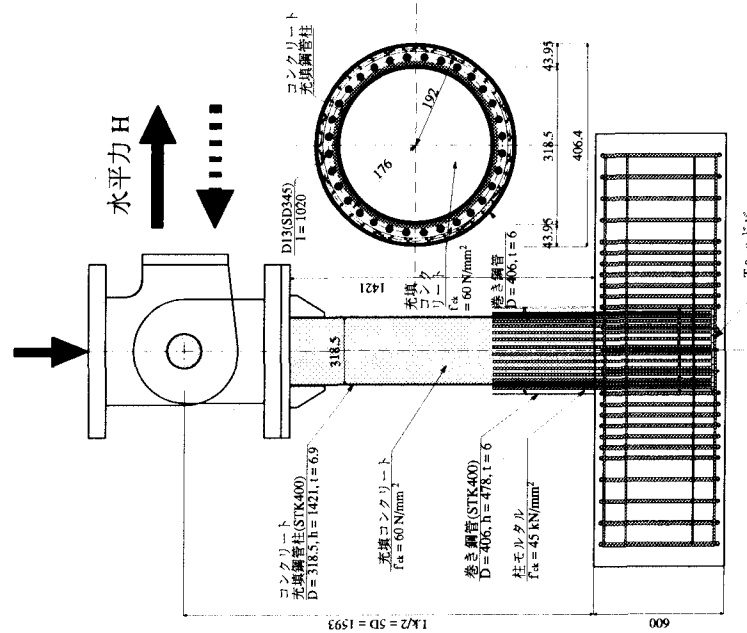


図-3 TH2 試験体形状寸法・鋼材配置

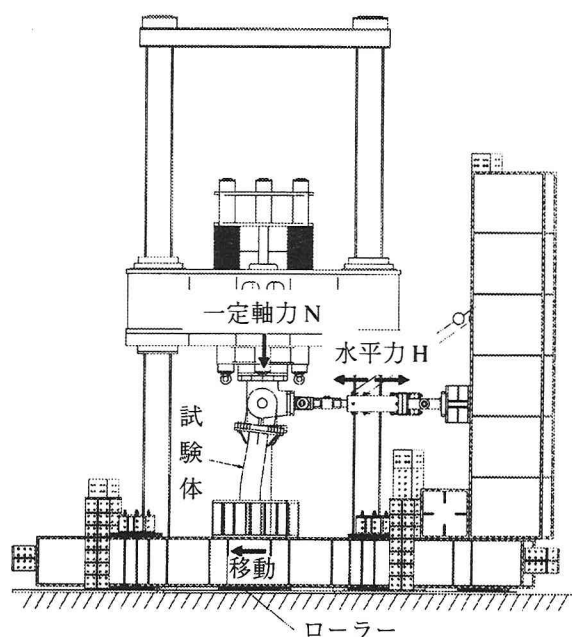


図-4 加力方法

表-3 載荷試験時コンクリート試験結果一覧

	圧縮強度 (N/mm ²)	備考
基礎	29.7	現場封かん養生
目標強度 27N/mm ²	35.5	〃
目標強度 60N/mm ²	55.8	〃
柱モルタル	46.0	〃
基礎 コンクリート	29.7	〃

表-4 実験結果

	軸力 (kN)	最大水平力 (kN)	破壊モード
TH-1	569	107	曲げ破壊
PC-1	2140	121	〃
TH-2	2140	198	〃

3. 2 最終変形状況

写真-3 にTH1 試験体の、写真-4 にTH2 試験体の最終変形状況を示す。なお、PC1 試験体の最終変形状況はTH1 試験体と同様であった。全ての試験体で鋼管は座屈しておらず、最終変形時にスラブに損傷が生じていた。

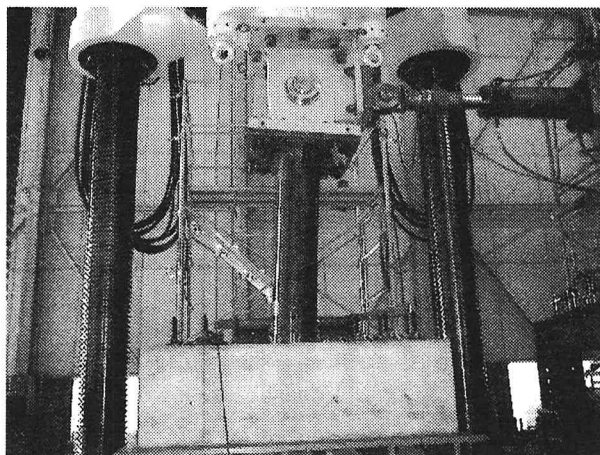


写真-3 TH1試験体最終変形状況

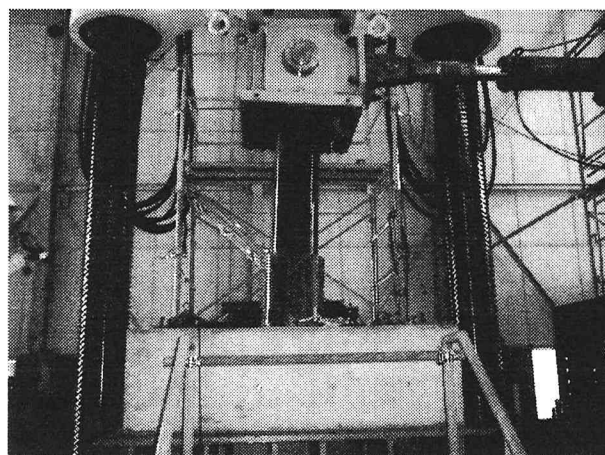


写真-4 TH2試験体最終変形状況

3. 3 変位挙動

水平力と全体変形および軸力と曲げ耐力の関係を図-5～7に示す。図中の●印は最大荷重と最大荷重時の水平変形による付加曲げを考慮した曲げ耐力を示す。予測どおり TH1 試験体は鉄筋コンクリートとしての耐力を示し、PC1 試験体と TH2 試験体は CFT と同等の耐力が得られた。したがって今回開発した3種類の接合方法は目的に応じて採用できることが明らかとなった。

水平力によるモーメントと付加曲げによるモーメントを加えた断面モーメントと全体変形の関係を図-8～10に示す。断面モーメントは大変形時にも低下傾向が見られず、十分なじん性を有している。

3. 4 鋼材のひずみ挙動

図-11～13にTH1 試験体の断面モーメントと柱基部の鉄筋ひずみもしくはPC鋼棒のひずみの関係を示す。鉄筋あるいはPC鋼棒は柱基部で降伏しており、曲げ破壊であることが確認された。

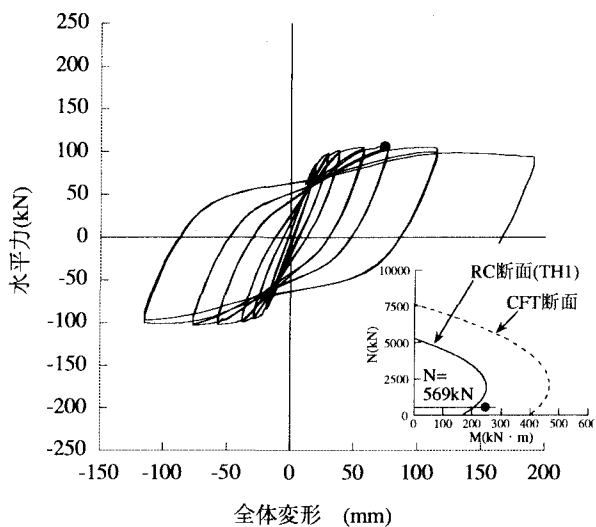


図-5 TH1 試験体 水平力-全体変形関係

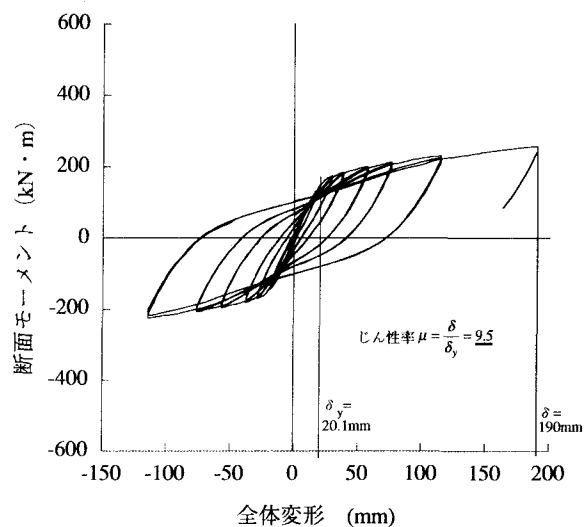


図-8 TH1 試験体 断面モーメント-全体変形関係

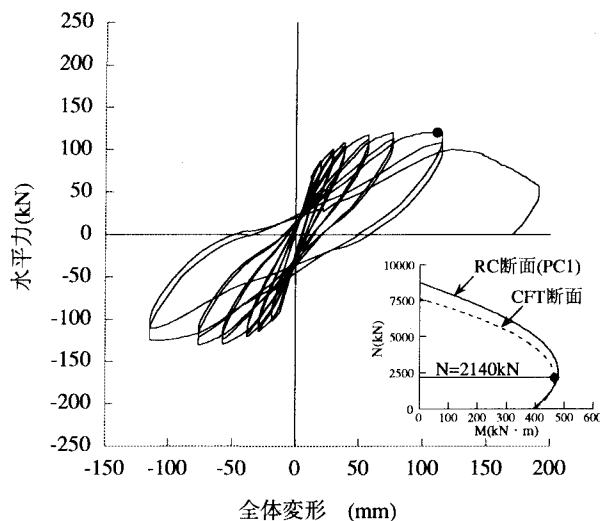


図-6 PC1 試験体 水平力-全体変形関係

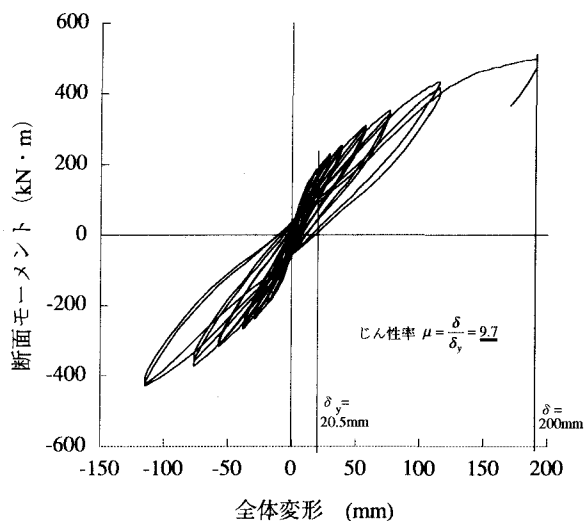


図-9 PC1 試験体 断面モーメント-全体変形関係

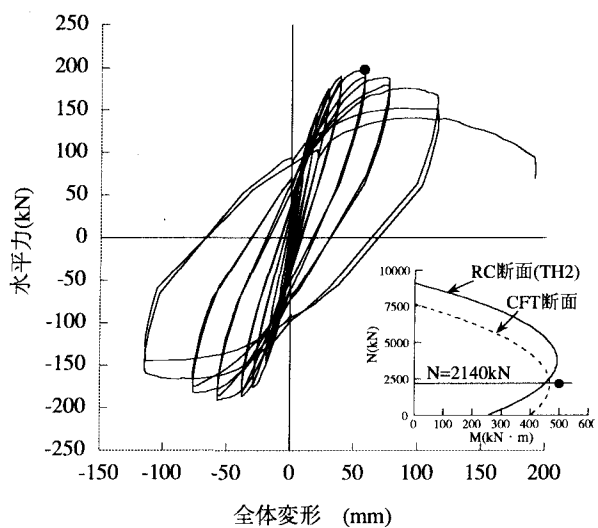


図-7 TH2 試験体 水平力-全体変形関係

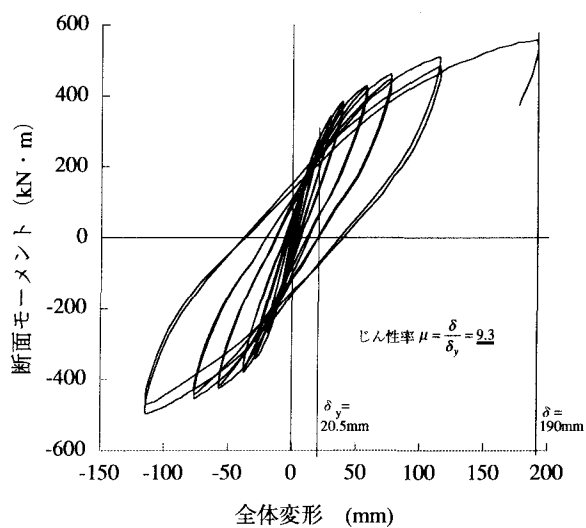


図-10 TH2 試験体 断面モーメント-全体変形関係

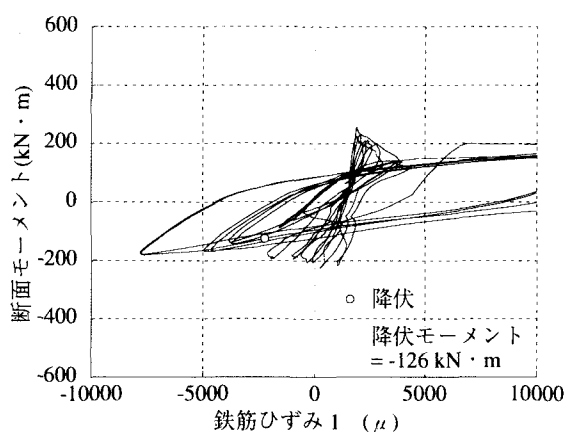


図-11 試験体TH1 モーメント-ひずみ関係

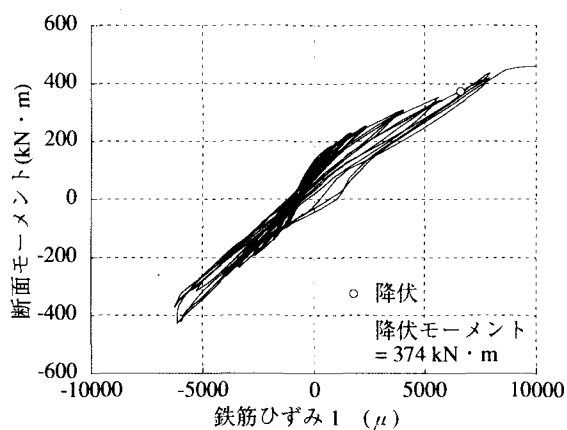


図-12 試験体PC1 モーメント-ひずみ関係

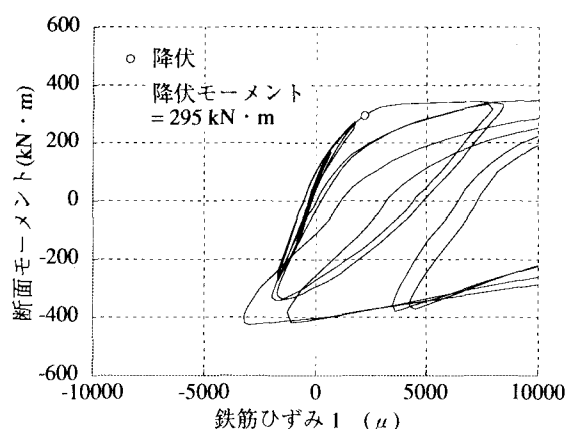


図-13 試験体TH2 モーメント-ひずみ関係

3.5 じん性率

じん性率を求めるためには降伏変位を定義しなければならないが、降伏変位の定義は種々あり、定まっていない。ここでは最外縁の鋼材が計算上降伏する点での変位を降伏変位とした⁸⁾。降伏変位を図-8～10の図中に示した。図-8～10に示した断面モーメントは大変形時にも低下傾向が見られず、降伏変位の9倍以上となっており設計においてはじん性率として9程度以上を用いてさし支えないものと考えられる。

4. まとめ

TH1 試験体は鉄筋コンクリートとしての耐力を示し、PC1 試験体と TH2 試験体は CFT と同等の耐力が得られた。

図-8～10に示した最大変位は降伏変位の9倍以上となっており設計においてはじん性率として9程度以上を用いて差し支えないものと考えられる。

以上、CFT 構造は種々の長所を有していることから CFT 高架橋として今後多く採用されることが望まれる。

<参考文献>

- 1)大林弘和, 瀧内義男, 弭間俊則: 秋田新幹線盛岡アプローチ高架橋の急速施工について, 土木学会東北支部技術研究発表会梗概集 (平成7年度), VI-1, pp.652-653
- 2)東耕太郎, 佐藤収, 多田秀彰: コンクリート充填鋼管柱を適用したラーメン高架橋の計画について, 土木学会東北支部技術研究発表会梗概集 (平成7年度), V-47, pp.610-611
- 3)塩屋俊幸, 佐藤孝典, 塩川英世, 勝沢勝栄, 出羽克之: CFT 高架橋の接合部の力学特性, 橋梁と基礎, 1999年8月, pp.150-151
- 4)長澤紀保, 塩屋俊幸, 塩川英世, 高岸正章, 前之園司: Tヘッドバーの定着性状, 第54回年次学術講演会, VI-256, 1999年9月
- 5)Dale E. Berner, Ben C. Gerwick, Jr., and George C. Hoff: T-Headed Stirrup Bars, Concrete International, May 1991, pp.49-53
- 6)Dale E. Berner and George C. Hoff: Headed Reinforcement in Disturbed Strain Regions of Concrete Members, Concrete International, January 1994, pp.48-52
- 7)Walter H. Dilger and Amin Ghali: Double-Head Studs as Ties in Concrete, Concrete International, June 1997, pp.59-66
- 8)コンクリート充填鋼管構造設計施工指針, 日本建築学会, 1997年10月20日, 333p.