

論文

[2048] FRP ロッドを用いた PC 不静定梁の断面力に関する研究

高橋 義裕<sup>\*1</sup>・角田與史雄<sup>\*2</sup>・佐藤 靖彦<sup>\*3</sup>

1. まえがき

不静定鉄筋コンクリート構造においては、ひび割れによる部材剛性の低下、および使用鉄筋降伏にともなう塑性ヒンジの形成により、モーメントの再分配が起こる。これにより鉄筋コンクリート部材は、大きな非線形挙動を示すことになるが、現在土木学会コンクリート標準示方書では、メカニズムの移行に対する安全性を、その妥当性が確認された非線形解析法、塑性解析法等により検討することが規定されている。しかし、連続繊維補強材（以下FRPロッドと呼ぶ）は、鉄筋とは異なり塑性域を持たない完全弾性体であるため、不静定鉄筋コンクリート梁のような塑性ヒンジの形成によるモーメント再分配による耐力増加が期待できず、場合によっては不利な作用をすることも考えられる。

表-1 FRPロッドの力学特性

呼称	公称径 (mm)	公称断面積 (cm <sup>2</sup> )	破断荷重 (tf)	破断歪 (%)	弾性係数 (kgf/cm <sup>2</sup> )
K84S	8.0	0.50	6.50	2.00	0.65×10 <sup>6</sup>
K128S	12.0	1.00	13.00	2.07	0.65×10 <sup>6</sup>

しかし、FRPロッドを用いた不静定コンクリート部材のモーメント再分配の問題に関する研究は行われておらず、今後FRPロッドの実用化を考えるならば、その性状を詳細に調査し、検討する必要がある。

そこで、本研究では、不静定構造として、二径間連続PCはりを選び、はり断面内にFRPロッドを上下に一本ずつ配置し、その変形状およびひび割れ性状を検討し、モーメント再分配に関する基礎資料を得ようとするものである。

表-2 実験供試体

No.	使用補強筋	荷重載荷位置	P <sub>a</sub> (tf)	導入7'レストス力 (tf/本)
1	K128S	a=40cm, b=100cm	15.8	2.954
2	K128S	a=100cm, b=40cm	18.0	2.554
3	K84S	a=40cm, b=100cm	10.0	1.211
4	K84S	a=100cm, b=40cm	16.3	1.091

2. 実験概要

本実験で用いたFRPロッドは、アラミド繊維を組紐状に編み樹脂を含浸させたもので、その表面には付着を確保するため珪砂が接着してある。その力学特性値を表-1に示す。

コンクリートには、早強ポルトランドセメント、粗骨材の最大寸法25mm、単位水量170kgf、水セメント比45%、細骨材率45%、海砂及び川砂利、を用いた。実験は材令7日で行いその時のコンクリー

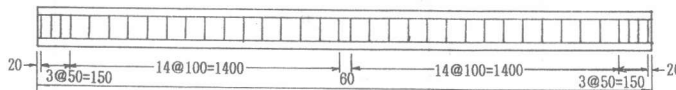
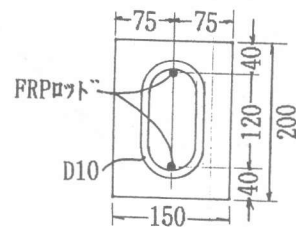
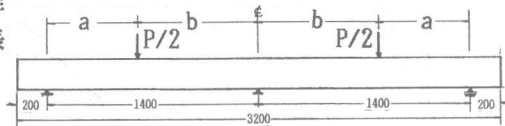


図-1 供試体形状及び配筋状況

- \* 1 北海学園大学教授 工学部土木工学科, 工博 (正会員)
- \* 2 北海道大学教授 工学部土木工学科, 工博 (正会員)
- \* 3 北海道大学大学院 工学研究科土木工学専攻, 工修 (正会員)

トの平均圧縮強度は403kgf/cm<sup>2</sup>であった。

実験供試体は、表-2に示す4体である。載荷は、集中荷重とした。供試体形状及び配筋状況は、図-1に示す通りである。プレストレス力の導入は、プレテンション方式で導入した。各供試体に導入されたプレストレス力は、表-2に示されている。破壊形式として、それぞれNo. 1供試体では載荷断面での圧壊を、No. 2供試体では中間支点断面での圧壊を、No. 3供試体では載荷断面での破断を、No. 4供試体では中間支点断面での破断を想定した。

表-3 破壊荷重一覧

No.	実験値 (tf)	計算値 (tf)	実/計
1	15.8	15.0	1.05
2	18.0	16.6	1.08
3	10.0	8.8	1.14
4	16.3	10.4	1.57

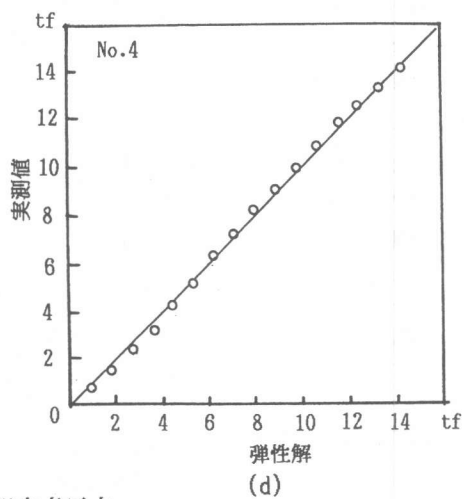
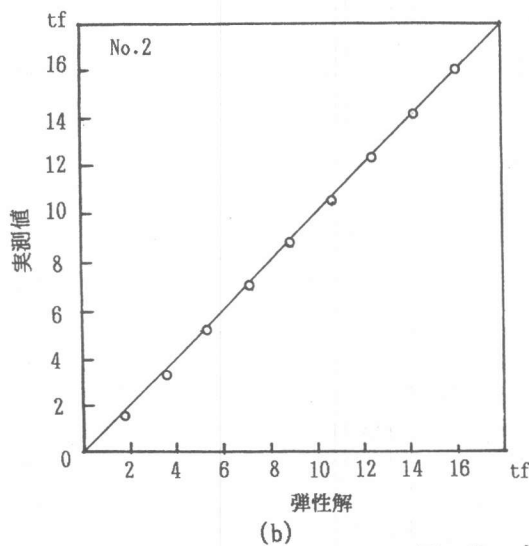
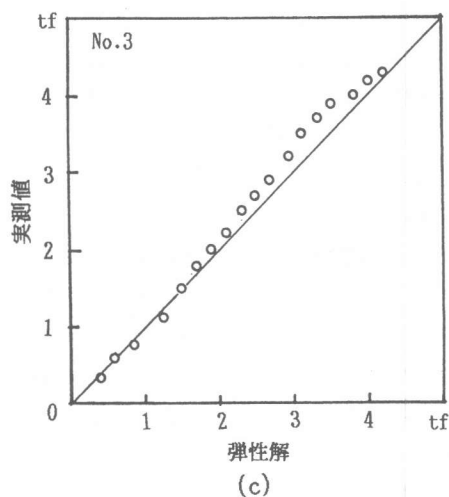
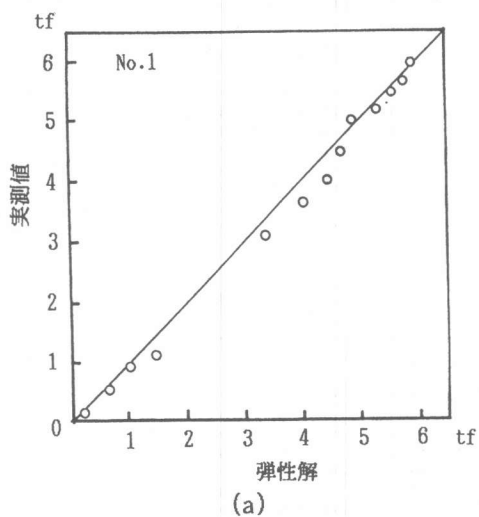


図-2 中間支点反力

### 3. 実験結果及び考察

各供試体の実験から得られた破壊荷重とコンクリート断面の剛性変化を考慮する非線形解析による計算結果が表-3に示されている。実測値は、計算値の1.05~1.57と若干大ききな値となっている。

図-2は、弾性計算により求まる支点反力とロードセルで測定した中間支点反力との関係を示したものである。同図のNo. 1の実験供試体では、途中計測がうまくいかず測定値がとれていないが、全体的に見て支点反力は弾性解を若干下まわっている。No. 2とNo. 4実験供試体に関しては、ほぼ弾性解と一致している。No. 3の実験供試体に関しては、実測値は弾性解を若干上回っている。

図-3は、不静定力に選んだ中間支点断面曲げモーメント及び荷重載荷断面曲げモーメントと作用荷重との関係を示したものである。また、同図中には、全断面を有効とする剛性を用いた弾性解による計算結果及び非線形解析による計算結果(△印で表示)も示してある。○印で示された実験値は、計測された中間支点反力より求めたものである。No. 1供試体において、実験値は弾

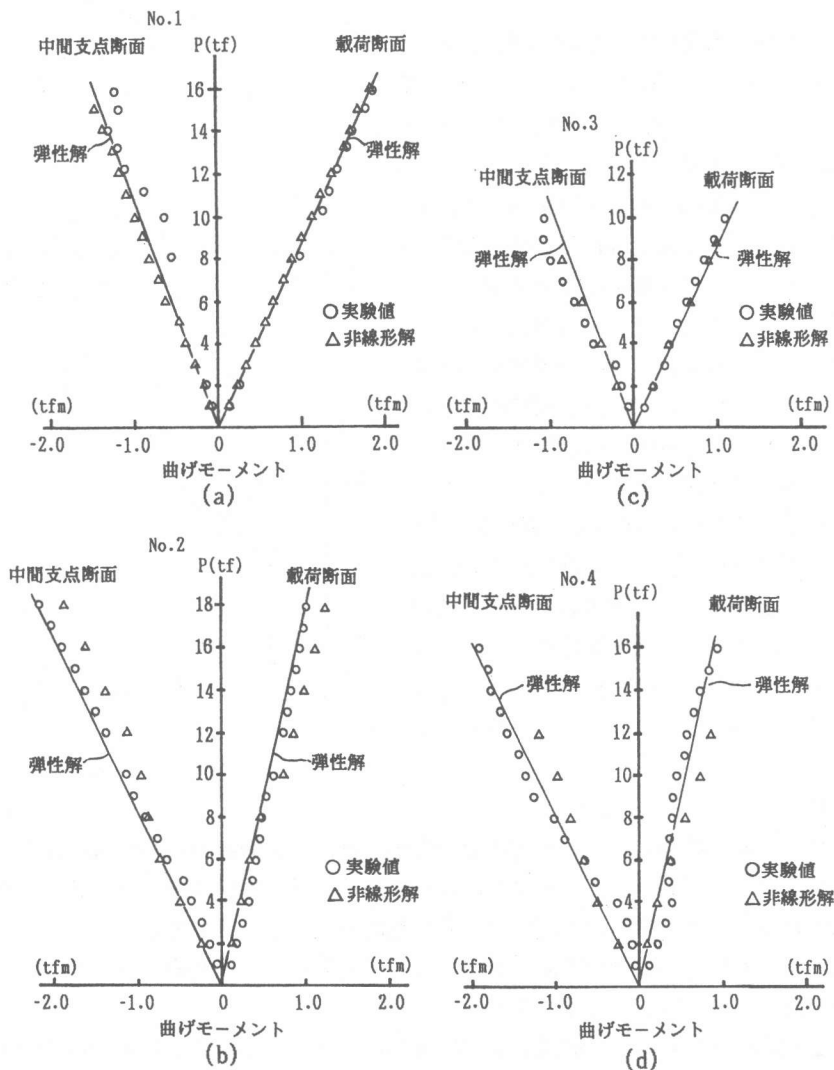


図-3 荷重-曲げモーメント

性解よりも中間支点断面では減る方向に再分配が  
おきているようである。No. 2 供試体の実験値か  
らのモーメント分布は、弾性解と非線形解との間  
にある。No. 3 供試体においては、中間支点断面  
の実験値の曲げモーメントは、非線形解よりも若  
干大きめに再分配が生じている。No. 4 供試体  
における実験値の曲げモーメント分布は、非線形解  
析の結果とは異なり弾性解にほぼ近いものである。  
本実験の範囲だけではあるが、塑性域を持たない  
完全弾性体であるFRPロッドを用いた場合にお  
いても、モーメントの再分配は生じているよう  
であるが、それほど大きな再分配は生じていないこ  
とが分かる。

図-4は、各梁の最終的なひび割れ状況を示し  
たものである。No. 1は、荷重点付近での圧縮破壊  
であった。No. 2は、中間支点と荷重点を結ぶ形  
でひび割れが発生し破壊に至っている。No. 3は、  
FRPロッドの荷重断面での破断で破壊した。No.  
4は、FRPロッドの中間点断面での破断であった。

図-5は、No. 3の供試体における荷重点直下  
(A点及びC点)と中間支点直下(B点)での、  
荷重荷重と歪との関係を示したものである。同図  
より3.5tf付近までは、まだ部材にひび割れは発生  
しておらずFRPロッド自体には、導入プレスト  
レス力による歪以外は測定されていない。しかし  
3.5tfを越えると、ひび割れが発生し歪がほぼ直線  
的に増加し、最終的には、A点及びC点での歪は  
FRPロッドの破断歪近くまで達していた。この  
ことは、図-3の中間支点断面曲げモーメント分  
布グラフからも3.5tf付近よりモーメントの再分配  
が生じていることが分かり、このことと対応している。

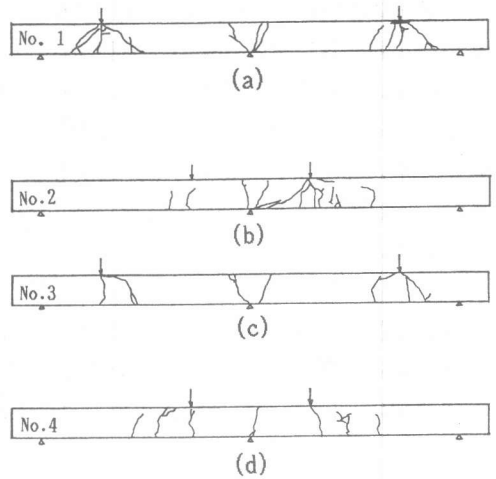


図-4 ひび割れ状況

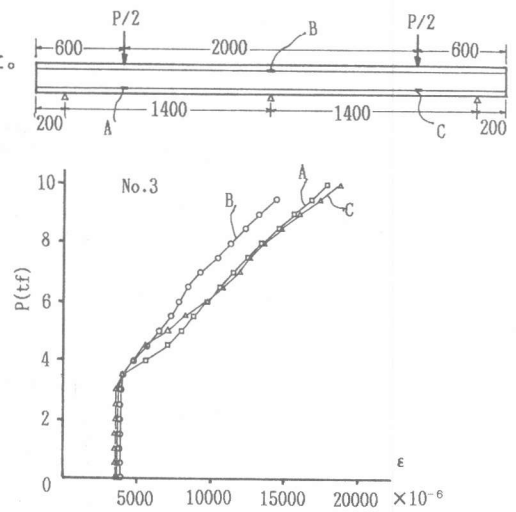


図-5 FRPロッドの歪と荷重との関係

#### 4. まとめ

本研究では、不静定構造として2径間連続PC梁を選び、梁断面内に塑性域を持たない完全弾  
性体であるFRPロッドを上下に一本ずつ配筋し、集中荷重を作用させ、モーメントの再分配に  
ついて実験的に検討した。本実験の範囲で得られた結果は、次の通りである。

- 1) 塑性域を持たない完全弾性体であるFRPロッドを用いた2径間連続PC梁においてもモー  
メントの再分配は若干ではあるが生じてる。
- 2) その破壊形態はFRPロッドの破断又は圧縮部コンクリートの圧壊による脆性的破壊であつ  
た。