

V-11

連続繊維補強材を用いたPC連続はりのモーメント再分配につて

北海学園大学工学部 正 員 高橋 義裕

北海道大学工学部 正 員 角田與史雄

北海道大学工学部 学正員 佐藤 靖彦

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かが規定されている。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。

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。

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トの平均圧縮強度は403kgf/cm²であった。

表-1 FRPロッドの力学特性

呼 称	公称径 (mm)	公称断面積 (cm ²)	破断荷重 (tf)	破断歪 (%)	弾性係数 (kgf/cm ²)
K64S	8.0	0.50	6.50	2.00	0.65×10^6
K128S	12.0	1.00	13.00	2.07	0.65×10^6

表-2 実験供試体

No.	使用補強筋	荷重載荷位置	P_0 (tf)	導入アレストス力 (tf/本)
1	K128S	a=40cm, b=100cm	15.8	2.954
2	K128S	a=100cm, b=40cm	18.0	2.554
3	K64S	a=40cm, b=100cm	10.0	1.211
4	K64S	a=100cm, b=40cm	16.3	1.091

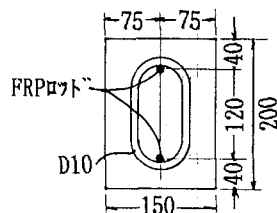
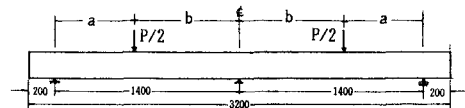


図-1 供試体形状及び配筋状況

Moment Redistribution in Continuous Prestressed Concrete Beams using FRP Rods as Prestressing Tendons by Yoshihiro TAKAHASHI, Yoshio KAKUTA and Yasuhiko SATO

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。

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と若干大きめな値となっている。

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

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	16.8	1.08
3	10.0	8.8	1.14
4	16.3	10.4	1.57

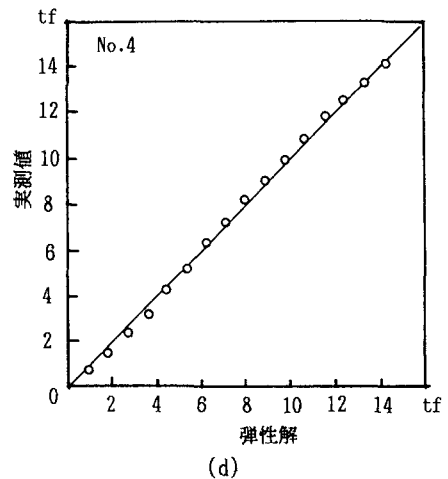
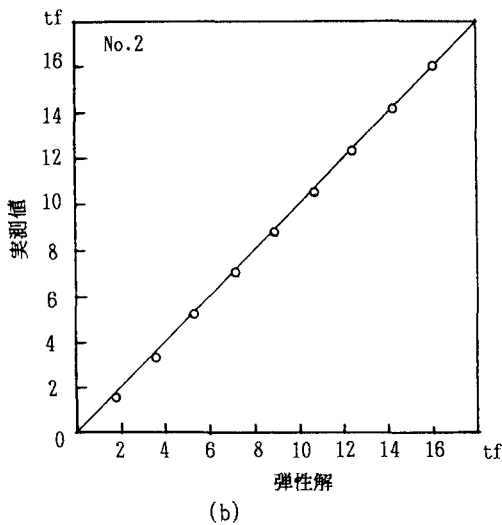
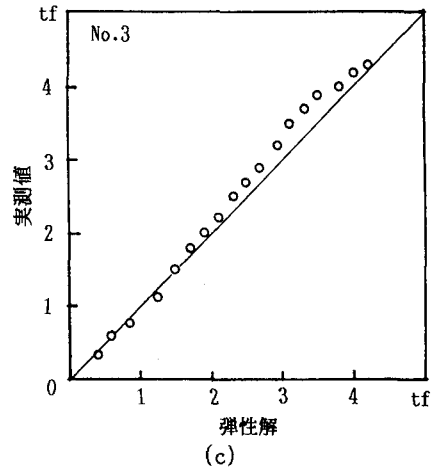
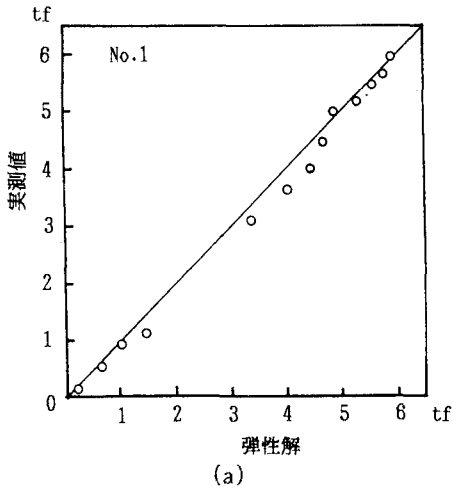


図-2 中間支点反力

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 実験供試体にかん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。No. 1 供試体においては、弾性解よりも小さくなる方に再分配が生じている。このことは、モーメント再分配による耐力増加が期待出来ないことを示している。No. 2 及びNo. 4 供試体においてはほとんどモーメント再分配は生じていない。一方非線形による計算結果では、中間支点断面曲げモーメントは弾性解よりも減少する方向に、載荷断面曲げモーメントは増加する方向に再分配が生じている。No. 3 供試体は弾性解よりも大きくなる方に再分配が生じている。非線形解析の結果は、中間支点断面曲げモーメントに関しては同様の傾向を示しているが、載荷点断面曲げモー

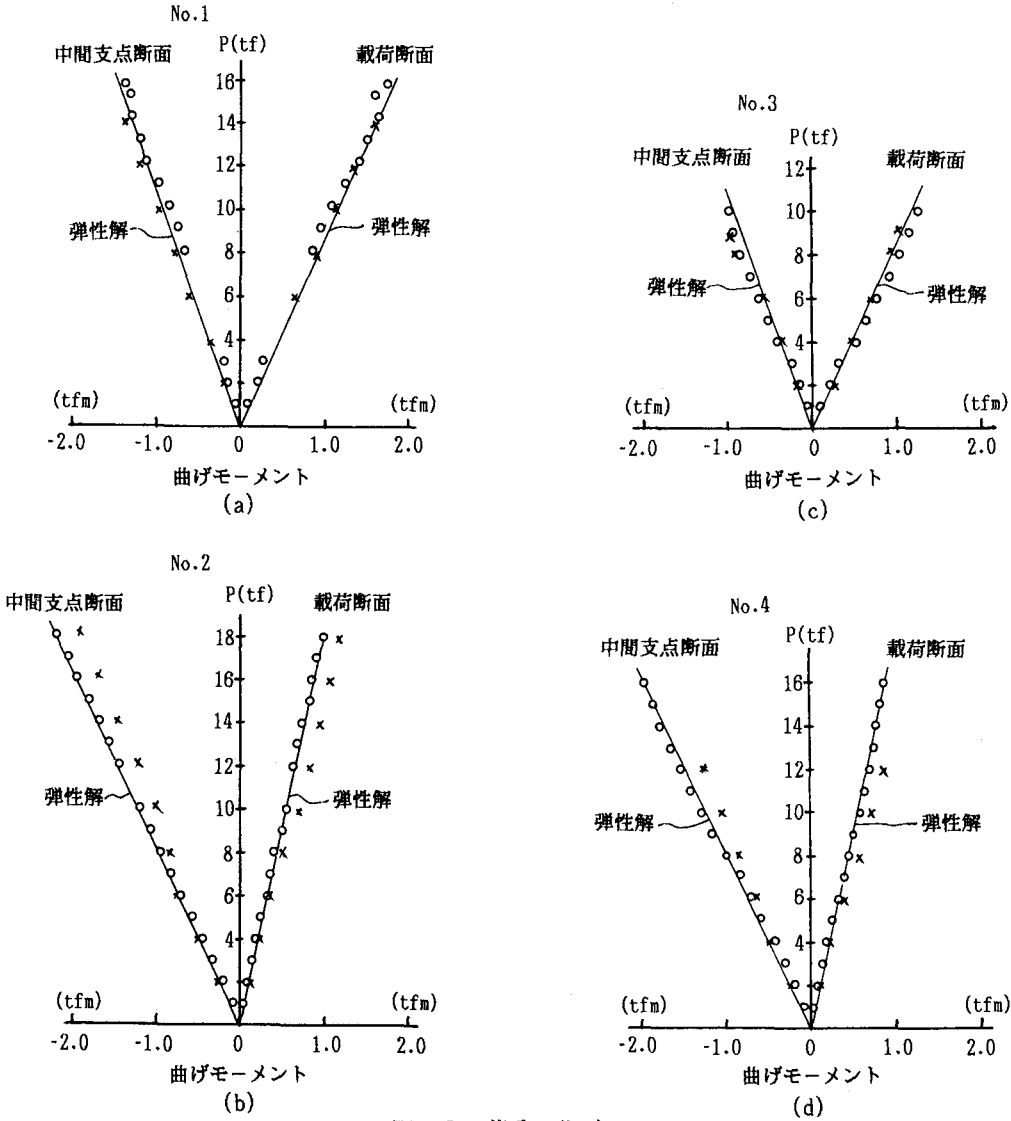


図-3 荷重-曲げモーメント

ントにおいては、弾性解より若干減少する方向に再分配が生じている。これらのことは、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の供試体では、荷重点付近でのせん断圧縮破壊であるように思われる。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ロッドの荷重点破断で破壊した。No. 4供試体は、FRPロッドの中間支点破断であった。

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B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のグラフから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。

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。しかし、それは必ずしも耐力を増加させる方向に再分配されていない。
- 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った。

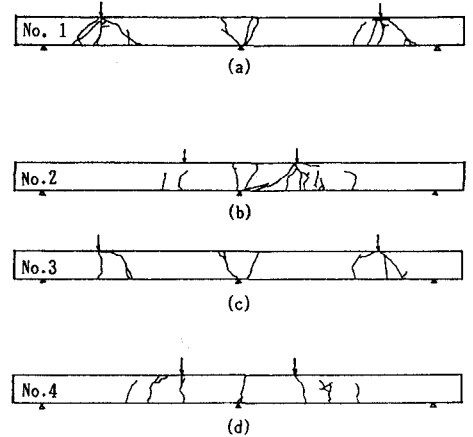


図-4 ひび割れ状況

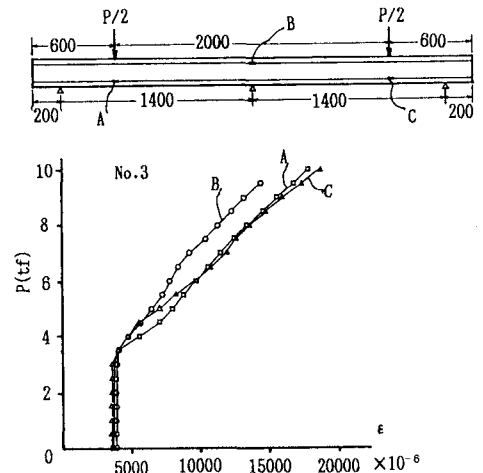


図-5 FRPロッドの歪と荷重との関係