

V - 443

各種緊張材を用いたPC梁の静的および衝撃耐荷性状

三井建設（株） 正会員 三上 浩
三井建設（株） 正会員 田村 富雄
電力中央研究所 正会員 大沼 博志
室蘭工業大学 正会員 岸 徳光

1. はじめに

最近、各種の連続繊維補強材（FRPロッド）をコンクリートの補強材として実構造物に適用する例が増えつつある。FRP ロッドのヤング係数は鋼材の1/3から1/2程度と小さいため、特にPC緊張材の代替として用いられることが多い。FRP ロッドは耐蝕性を始めとして多くの優れた特質を有しているが、弾性伸び率が高いことや降伏点を持たないことは耐衝撃用途のコンクリートの補強材として有効な特質と考えられる。本研究は、アラミド繊維製のFRP（AFRP）ロッドとPC鋼より線を緊張材として用いたPC梁を、緊張材の配置位置を3種類に変化させて製作し、静的および衝撃耐荷性状を各々について比較検討したものである。

2. 実験の概要

試験体の一覧を表-1に示す。同一の緊張材および配置位置を有する試験体を2体製作して静的曲げ試験と衝撃載荷試験を行った。用いた緊張材は組紐状のAFRPロッドおよびPC鋼より線で、（以後、Fタイプ梁、Pタイプ梁と称す）ともにプレテンション方式でプレストレスを導入した。緊張材の力学的特性を表-2に示す。図-1に試験体の形状寸法および緊張材の配置位置を示す。緊張材の位置は、（1）断面下縁近傍に2本（A配置）、（2）断面下側核点に2本（B配置）および（3）断面上下の核点位置に2本（C配置）の3種類とした。なお、総プレストレス量は同一で、断面中央位置でのプレストレス応力は50kgf/cm²である。

静的曲げ試験時のコンクリートの圧縮強度および弾性係数は735kgf/cm²、 3.71×10^5 kgf/cm²であり、衝撃試験時の圧縮強度は806 kgf/cm²であった。静的試験は容量200tfのアムスラーを用いた3点曲げ試験で、荷重は衝撃試験と加力状態を合わせるために直径15cmの円盤状の載荷板を用いて載荷した。また、梁中央部の変位を接触式の変位計を用いて測定した。一方、衝撃荷重は直径が15cmで重量が200 kgfの重錘を高さ2.5mから1回のみ梁中央に落下させて載荷した。重錘速度（重錘が梁に衝突する直前での速度）は7m/secである。なお、重錘速度は事前に行った実験結果を基に梁が衝撃破壊する速度とした。支点部はピン支持の条件に近いものとし、衝撃荷重測定用のロードセルを設置して反力を測定した。さらに、梁中央部の変位を非接触式の変位計を用いて測定した。

表-1 試験体の一覧

試験体名	緊張材の種類	緊張材位置
F-A	AFRPロッド*	A
F-B	AFRPロッド*	B
F-C	AFRPロッド*	C
P-A	PC鋼より線	A
P-B	PC鋼より線	B
P-C	PC鋼より線	C

表-2 緊張材の力学的特性

緊張材名称	AFRPロッド FA15	PC鋼より線 T15.2B
材 質	アラミド繊維	SWPR7B
公称直径(mm)	14.7	15.2
公称断面積(mm ²)	170.0	138.7
引張耐力(tf)	24.0	26.6
降伏耐力(tf)	—	22.6
ヤング係数 ($\times 10^5$ kgf/cm ²)	0.7	2.0
弾性伸び率(%)	2.0	0.15~0.20

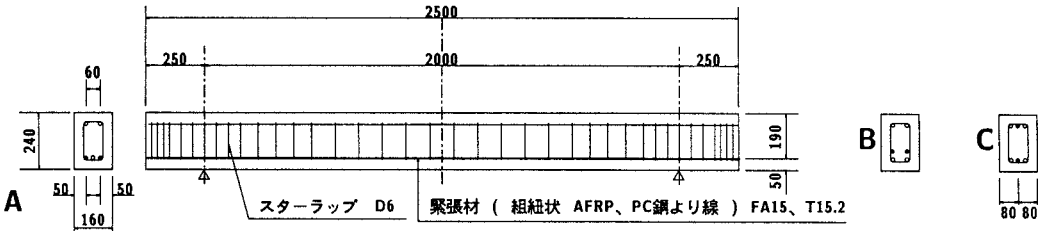


図-1 試験体の形状寸法および緊張材の配置位置

3. 実験結果および考察

3.1 荷重－変位関係

図-2(a)、(b)に静的および衝撃試験における梁中央部の荷重－変位関係を示した。なお、衝撃試験での荷重にはロードセル反力の総和を用いた。静的載荷での荷重－変位関係は梁のタイプに関わらず、ひびわれ発生前の弾性領域と遷移領域および第2勾配領域から成り立っている。Fタイプ梁の静的載荷では、梁下縁の導入プレストレス量の大小に対応してA配置の梁のひびわれ発生荷重が最も大きい。第2勾配および終局耐力もA配置が最大であり、次がB配置、最も小さいのがC配置である。Pタイプ梁の静的載荷では、ひびわれ発生荷重や終局耐力の大小は梁下縁の導入プレストレス量の大小に対応しているが、第2勾配の大小は対応していない。これは、Pタイプ梁の載荷途中で全試験体に緊張材の抜け出しが生じたためと考えられる。同一荷重レベルでの変位量は梁のタイプに関わらずC配置が最も大きく、FタイプのC配置が終局変位量が最も大きい。

一方、衝撃載荷における荷重－変位関係は、載荷初期のほぼ線形増加の領域と荷重がほぼ一定で変位が増大する領域および除荷領域から成り立っている。このように、載荷速度は荷重－変位関係に大きな影響を与えている。載荷初期の荷重－変位関係のなす勾配は梁のタイプに関わらずA配置が最も大きい。Fタイプ梁ではB、C配置の勾配がほぼ等しく、Pタイプ梁ではB、C配置の順に勾配が小さい。また、衝撃荷重の載荷から除荷までの荷重－変位関係の

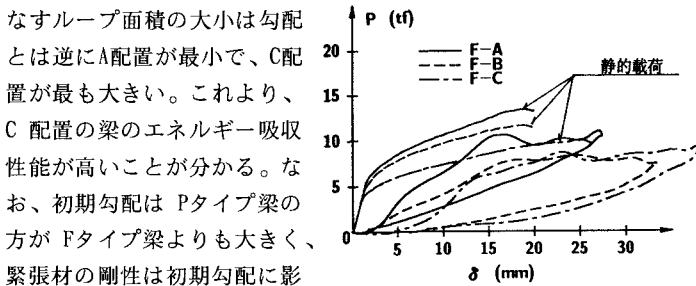


図-2(a) Fタイプ梁の荷重－変位

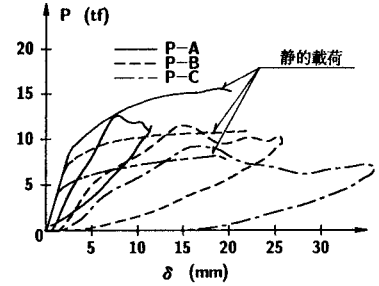


図-2(b) Pタイプ梁の荷重－変位

3.2 静的耐力とロードセル反力

図-3に静的耐力および衝撃載荷でのロードセル反力を示した。なお、各梁は静的、衝撃試験ともに梁上縁部が大きな損傷を受けて破壊に至っている。静的耐力はF、Pタイプ梁ともにA配置が最も大きく、B、C配置の順に小さい。静的耐力とロードセル反力を比較するとロードセル反力の方が大きく、総じて反力はFタイプ梁よりもPタイプの方が大きい。ロードセル反力は、Fタイプ梁ではA配置が最大で、C、B配置の順に小さい。Pタイプ梁ではA、B、Cの順である。

一般的に、入力エネルギーが同一の場合には、作用衝撃力が小さな梁ほど（ロードセル反力が小さな梁ほど）耐衝撃性が優れていると考えられる。このような考え方に基づいて耐衝撃性を評価すると、緊張材の材質としてはAFRPロッドの方が、配置としてはC配置が最も優れているものと考えられる。

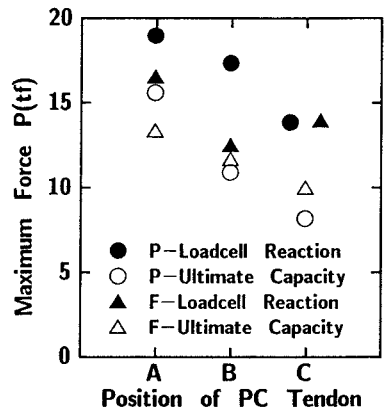


図-3 静的耐力とロードセル反力

4. まとめ

静的と動的載荷で荷重－変位関係は大きく異なり、載荷速度の影響が認められた。静的載荷でのひびわれ発生荷重や終局耐力には梁下縁の導入プレストレス量の影響が認められた。動的載荷での初期勾配やロードセル反力には緊張材の剛性が大きな影響を与えている。静的載荷における梁の変形性能と衝撃載荷における梁のエネルギー吸収性能は密接に関連している。耐衝撃性の観点からは、緊張材はAFRPロッドが、緊張材の配置位置に関してはC配置が最も優れていると考えられる。