

3. 供試体の設計方法

供試体は、基本的に橋脚高さの1/3点で段落とししていることから、この点でのせん断補強も行うべきであるが、実験の主旨からこれを行わず、単に付加モーメントに釣り合うPC鋼棒を入れて実験を行うこととした。PC鋼棒の量は、まず第一に平成2年の道路橋示方書による断面分割法にて、荷重-変位曲線(P-δ曲線)を求め、一連の実験より終局荷重P_uが、降状荷重P_yになる変位δを求めて、次式により決定した。

$$l \times (A_p \times 0.6 \sigma_u) = W \times \delta$$

ここに

- A_p : PC鋼棒断面積
- W : 上部工死荷重
- δ : 死荷重の偏心量
- l : PC鋼棒の偏心量

4. 実験の方法と測定項目

図-2に今回おこなった静的交番載荷試験の一般図を示した。ジャッキは押し引きが可能なものを用い、載荷速度は既往の実験結果によると、どの速度でもP-δ曲線に大きな影響が無いことが判明していることから、おおよそ1cm/sec程度で行っている。なお、載荷は1δ_yまでは荷重制御(鉄筋が降状するまで)、それ以降はδ_yずつの変位制御で各δとも5回ループを回している。また、δ_yまでは、鉄筋のひずみが200μずつ増加するよう押し引きのループを描きながら実験を行っている。

測定項目は、表-1のとおりである。

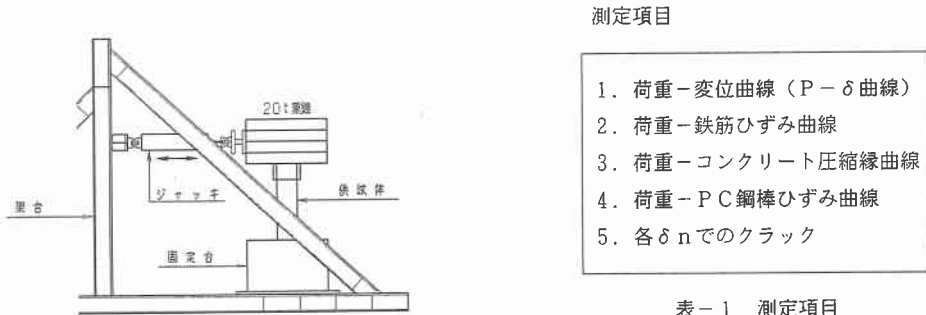


表-1 測定項目

図-2 静的交番載荷試験概要

5. 実験結果と考察

5.1. 荷重-変位およびひずみ曲線

図-3にP-δ曲線、図-4に荷重-鉄筋ひずみ曲線、および図-5に荷重-PC鋼棒ひずみ曲線を示した。なお、図-3中の破線は、一連の実験で行ったPC鋼棒を入れていない供試体(基準供試体)のP-δ曲線の包絡線で、太い実線は断面分割法から求めたP-δ曲線の理論値である。また、図-4の鉄筋ひずみは、荷重を徐々に載荷して最初にδ_yに達した供試体基部のものである。図-3からみると、まず、PC鋼棒を入れた供試体の保有耐力は、基準供試体が正負交番耐力の水平耐力の平均耐力約8tfに比較して、正負交番耐力が同じで12tfまで向上しているほか、δ_y以降の耐力増加が顕著になっている。設計では、PC鋼棒の曲げ耐力向上分を考慮していないが結果的に50%の向上につながっている。さらに、正負交番の耐荷力が基準供試体のように荷重がシフトしていないことから、塑性化による非対称耐力が生じないほど安定したものになっている。P-δ曲線において、最終耐力がゼロになるまで変位を与えたところ、変位は約240mmまで達し20tf×0.24m=4.8tfmの付加モーメントまで抵抗していることがわかる。

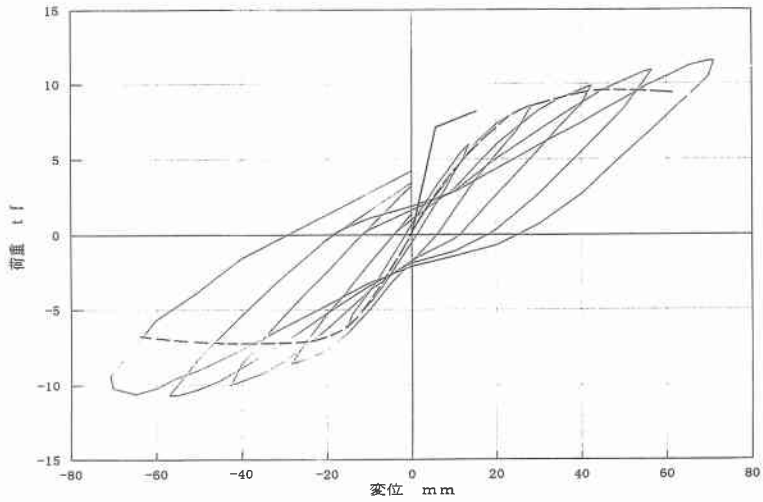


図-3 荷重-変位曲線

図-4 は、荷重-鉄筋ひずみ曲線（鉄筋No.4 基部）で、 $1\delta y$ を5回繰り返した時点でゲージが切れている。
鉄筋の引張り試験をおこない荷重-ひずみ曲線を求めないと的確には述べられないが、 $1\delta y$ の交番載荷時にある時点で急激に鉄筋のひずみが大きくなって、その後残留ひずみが残った状態で次のループに移っている。

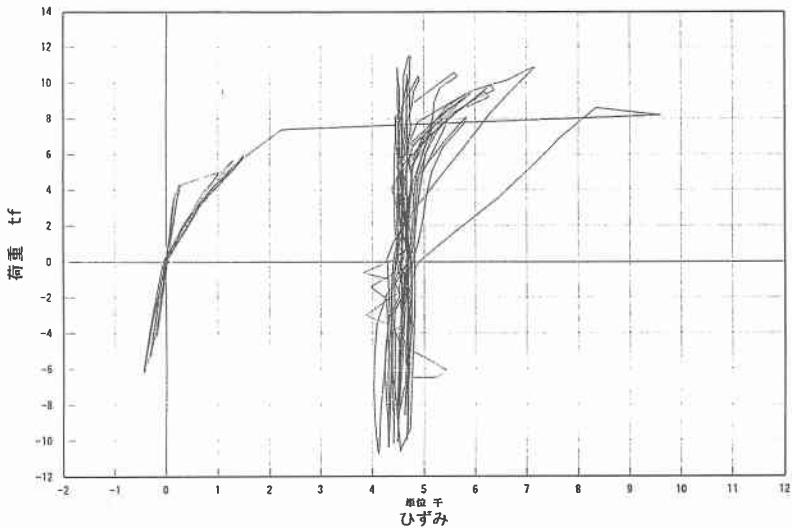


図-4 荷重-鉄筋ひずみ曲線

図-5 は、荷重-PC鋼棒ひずみ（基部）曲線では、PC鋼棒（丸棒B種1号）の降状点ひずみが $4,250\mu$ であるのに対し、耐力がゼロになるまで変位を与えても約 $1,400\mu$ 以上になっていない。これは、 $2\sim 3\delta y$ 付近で段落とし部に大きなせん断ひびわれが発生し、 $3\delta y$ 以降はこの部分のコンクリートが耐力にほとんど寄与しないまでにクラッシャー状に破壊したためと考えられる。このことから推察すれば段落とし部を適切に補強すればさらにじん性が増すものと考えられる。

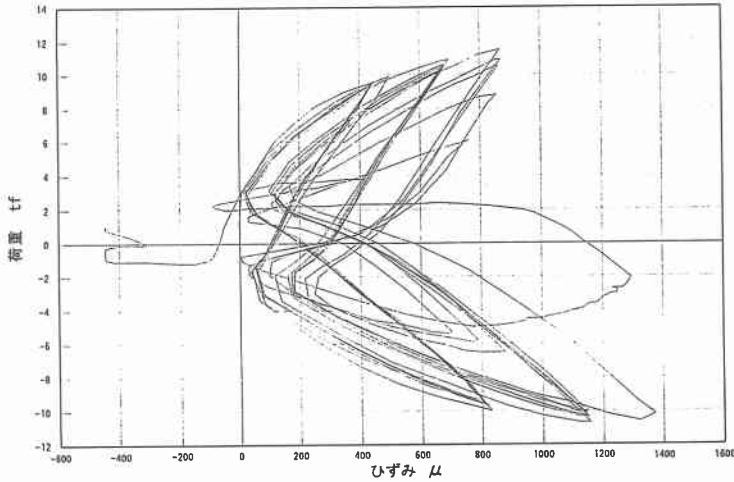


図-5 荷重-PC鋼棒ひずみ等価減衰曲線

5.2. 荷重-変位曲線から求まる等価剛性、および等価減衰定数

表-2に $n\delta$ (各グループ)ごとの等価剛性、および等価減衰定数を示した。等価減衰定数は作用したエネルギーに対する内部エネルギー消費量で、以下の定義による。

$$h e = 1 / 2 \pi \times (\text{各グループ内面積} / \text{作用} P - \delta \text{面積})$$

		1 δ	2 δ	3 δ	4 δ	5 δ
基準 供試体	等価剛性 (tf/m)	330	230	140	—	—
	等価減衰定数 (%)	8.3	18.6	20.6	—	—
PC補強 供試体	等価剛性 (tf/m)	440	300	230	190	160
	等価減衰定数 (%)	4.2	8.3	9.5	10.7	13.8

表-2 履歴曲線による等価剛性と等価減衰定数

なお、履歴曲線は、剛性増加型のややS字かかったバイリニアール曲線となっており、比較的履歴減衰が得易い特性となっている。

6. まとめ

本研究は、既設橋の耐震補強に関し、河川橋を意識したもので容易な仮設で可能な方法を提案し、実験によってその効果を検証したものである。使用したPC鋼棒は、設計上ではその効果を見ていないが、実際的には曲げ耐力向上に相当寄与していると考えられる。各計測項目で分かったことをまとめると以下ようになる。

- 1) 落橋防止のため付加モーメントに釣り合う曲げ耐力向上のPC鋼棒をいれた場合、耐力が基準供試体の50%程度向上した。
- 2) δy の耐力を越えて耐力がほぼゼロの時の変位は240mmで、 δy の約50倍まで自立することが実験結果として判明した。ただし、この場合のコンクリートはクラッシャー状になっており鋼材で自立している状態である。
- 3) PC鋼棒をいれた場合の履歴曲線は、剛性増加型バイリニアール曲線で、等価剛性が大きくなるほか等価減衰定数も比較的大きな値となった。

本研究をまとめるにあたり、供試体を準備して頂いたショーボンド建設㈱に厚くお礼申し上げる。