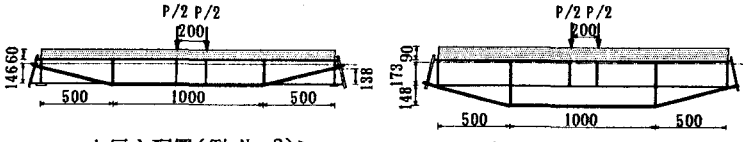


神戸大学大学院 学生員○鄭 勝仁
近畿日本鉄道(株) 正会員 平田勝己
神戸大学工学部 正会員 宮本文穂

1.はじめに 既存橋梁の耐力の向上といった性能改善手段のひとつとして、外ケーシングによる¹⁾プレストレスト導入工法が最近注目されている。この工法を適用した²⁾プレストレスト合成桁は、適用前の合成桁と比較して、①降伏・終局耐力の向上、②弾性挙動域の拡大、③たわみ制御などの力学性能の改善に期待できることが明らかになっている¹⁾。その際床版増厚を同時に行い、³⁾プレストレスト効果と床版増厚効果を組み合わせることで、さらに合理的に性能アップを計ることが可能であると考えられる。本研究では、種々の外ケーシング配置形状を有する⁴⁾プレストレスト合成桁に関する静的および動的模型実験結果を利用して、主として床版増厚効果に着目した⁵⁾プレストレスト合成桁の性能評価を試みたものである。

2.実験概要 実験には表1に示す6体の供試体を使用した。一例として供試体No. 2, No. 6の概略を図1に示す。供試体の形状寸法は床版厚を60mmおよび90mmとした以外は同一



<小偏心配置(例:No. 2)> <大偏心配置(例:No. 6)>
図1 実験供試体概略図 [単位:mm]

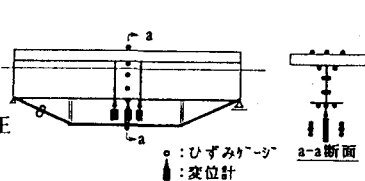


図2 測点位置(静的荷重実験)

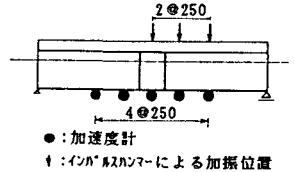


図3 加振位置および加速度計設置位置(動的実験) [単位:mm]

とし、単純支持活荷重合成桁として設計した。供試体への⁶⁾プレストレスト導入はPC鋼棒(D種2号棒φ11)を用いて行い、その配置形式は⁷⁾インバース形式⁸⁾とした。導入⁹⁾プレストレストは油圧ジャッキ2台により、床版上縁ひずみ値とジャッキ端に設置したロードセルの値をモニターしながらコントロールした。ここでの導入力は、床版上縁引張応力度を10kgf/cm²とする制約条件から決定した。静的荷重実験は、図1に示す単純支持条件で2点荷重とし、図2に示す各位置でのひずみおよびたわみを測定した。動的試験は図3に示す下フランジ下縁部に加速度計を設置し、¹⁰⁾プレストレスト導入前後の供試体のインパルスハンマー加振時における各測点の応答加速度を入力加速度と同時に測定した。

3.実験結果および考察

3.1 静的挙動 (1) 耐力の向上: 桁の降伏および終局耐力に関する実験結果をまとめて表1に示す。これより降伏耐力(下フランジの降伏時)、終局耐力(床版圧壊時)ともにPC鋼棒による¹¹⁾プレストレスト効果が認められた¹²⁾。表から明らかなように、降伏耐力を偏心距離で比較すると、同一床版厚の場合、小偏心配置の供試体が大偏心配置のものより降伏耐力がわずかではあるが向上する傾向を示している。これは桁に導入する¹³⁾プレストレストが大きいほど桁の反り等の負の変形も大きく、この負の変形が荷重による正の変形と相殺されることで降伏耐力が向上すると考えられる。したがって小偏心配置は大偏心配置と比較して導入¹⁴⁾プレストレストが大きく、そのわずかではあるが降伏耐力が大きくなると考えられる。一方、終局耐力は降伏耐力の場合とは逆に、大偏心配置の方が小偏心配置の場合より向上する結果となった。終局耐力の向上は、荷重に伴い増加したPC鋼棒の不静定力が、内力として作用するためであると考えられる。つまり、PC鋼棒のひずみ増加は大偏心配置の方が小偏心配置よりも比較的大

表1 供試体の種類および実験結果の一覧

供試体	床版厚 [mm]	偏心量	導入 ¹⁵⁾ プレストレスト [tf] ¹⁶⁾	降伏耐力:Py [tf] ¹⁷⁾	終局耐力:Pu [tf] ¹⁸⁾
No. 1		—	—	39.66(1.00)	53.62(1.00)
No. 2	60	小	10.20	41.90(1.05)	57.66(1.07)
No. 3		大	2.56	40.96(1.03)	64.38(1.20)
No. 4		—	—	45.95(1.15)	60.38(1.12)
No. 5	90	小	8.43	50.95(1.28)	70.43(1.31)
No. 6		大	2.91	46.79(1.17)	71.93(1.34)

*1): 床版上縁引張応力が10kgf/cm²となる時を導入力値(上限値)とした。
*2): ()カッコ内数値は供試体No. 1の各耐力を1.00とした時の向上率。

きくなり、それに比例して不静定力も増大するため大偏心配置の終局耐力の向上率の方が高まると考えられる。また、図4に供試体No. 2, No. 3, No. 5, No. 6の荷重-PC鋼棒のひずみ増加曲線の比較を示すが、この図からも上述した事柄が示されているのが分かる。次に、表1に示すように床版増厚により、供試体No. 1より床版厚が30mm厚い供試体No. 4の降伏・終局耐力は、供試体No. 1と比較してそれぞれ1.15倍、1.12倍となった。床版増厚は桁断面が実質的に増えるため、桁の換算断面2次モーメント I_g が増加することで、桁の降伏・終局耐力が増大すると考えられる。床版増厚を施した桁にPC鋼棒を用いたプレストレスを作用させた供試体(No. 5, No. 6)の各耐力は、上述したように向上すると考えられることから、床版増厚をプレストレス効果と組み合わせることにより、さ

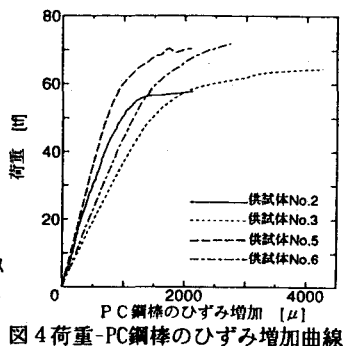


図4 荷重-PC鋼棒のひずみ増加曲線

らに合成桁の降伏・終局耐力を向上させることが可能であると考えられる。(2) たわみ制御: 図5に各供試体の荷重-たわみ曲線の比較、表2 載荷($P \approx 20tf$)時の表2に供試体No. 1の $P_y/2$ (約20tf)時の各供試体のたわみ値をまとめて示す。図5より床版厚が60mmの供試体No. 2, No. 3, および床版厚90mmの供試体No. 5, No. 6は、それぞれ基準桁(No. 1orNo. 4)と比較して、弾性挙動域が広がっているのが分かる。これはプレストレスによる初期不静定力と、PC鋼棒の偏心距離との関係から決まる内部(抵抗)モーメントによる負の変位(反り)と、載荷進行に伴うPC鋼棒の不静定力の増加と、その偏心距離の関係から決まる内部モーメントの2点を主な要因とする結果と考えられるが、今回の実験では、これらの影響

No	$P_y/2$ (約20tf)載荷時のたわみ値[mm]
1	3.37 (1.00)
2	2.43 (0.72)
3	2.83 (0.84)
4	2.22 (0.66)
5	1.94 (0.58)
6	1.92 (0.57)

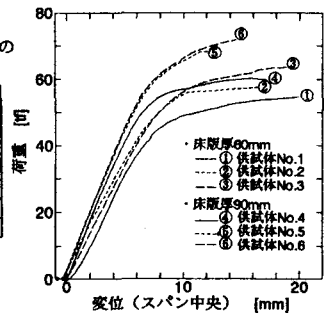


図5 荷重-たわみ曲線の比較

が明白に現れてはいない。また、図5から床版厚が同一の場合、基準桁とプレストレス桁の弾性挙動域の傾きがほぼ等しく、PC鋼棒が桁の曲げ剛性向上に貢献しているとは考えられない。しかし表2に示したように、PC鋼棒を用いたプレストレスによって、弾性応力内でたわみ値が基準桁よりも小さく抑制できることが分かった。一方、床版増厚で換算断面2次モーメント I_g が増すことにより桁の曲げ剛性EI、も向上することが図5の床版厚90mmの供試体の弾性挙動域の傾きからも明かである。したがって普通合成桁にプレストレス作用を利用することは、合成桁の弾性挙動域の拡大と、たわみ制御の2点について有効な手段であり、床版増厚と組み合わせることたわみ制御の効果がより大きなものになる可能性があると考えられる。

3.2 動的挙動: 振動試験の結果を表3に示す。表の値は実験モード解析によるものであり、加振点の入力波形と各応答点の応答波形から求めた伝達関数を、解析プログラムに収録しカーブフィットを行うことで、1次モードの固有(卓越)振動数、減衰率を求めた。固有振動数はNo. 3を除き増加傾向を示すが、変動幅とNo. 3の結果を考え合わせると、PC鋼棒を用いた導入プレストレスが必ずしも固有振動数を増加させるとは考えられない。減衰率については、プレストレス導入後全供試体でわずかながら増加の傾向を示している。

表3 固有振動数

供試体 No.		1次モード	
		固有振動数[Hz]	減衰率[%]
2	導入前	132.13	3.10
	導入後	133.57	3.11
3	導入前	126.92	3.66
	導入後	122.14	4.83
5	導入前	137.48	2.75
	導入後	141.73	3.28
6	導入前	128.06	2.84
	導入後	138.62	3.13

4. まとめ ①PC鋼棒をクランプ配置形式に用いたプレストレスト合成桁は普通合成桁と比較して降伏・終局耐力が向上し、たわみ制御を可能にする。②床版増厚は桁の耐力、曲げ剛性の向上に効果があり、プレストレス効果と組み合わせることにより力学性能が向上する可能性がある。③クランプ形式でプレストレスを導入した合成桁の振動特性は、減衰率は増加傾向を示したが、固有振動数はNo. 3の結果を考慮すると必ずしも増加の傾向を示すとはいえない。

【参考文献】1)H. Saadatmanesh, P. Albrecht and B. M. Ayyub: Analytical Study of Prestressed Composite Beam, ASCE Vol. 115, No. ST9, 1989. 9 2)東山: プレストレスト鋼桁の力学挙動と性能評価, 土木学会関西支部年次学術講演概要, 1993. 5 3)宮本, 平田, 柳下, 森: プレストレスト合成桁の弾塑性挙動解析と橋梁補強工法への適用: 構造工学論文集 Vol. 40A, 1993. 3