

九州工業大学 正員 渡辺 明
オリエンタルコンクリート 正員 松尾宏一
九州工業大学 学生員 鶴田 健

1. まえがき

ポストテンション方式のPC部材ではプレストレス導入後にシー스에グラウト注入作業を行なうが、この繁雑な作業を省略するために最近アンボンド工法が用いられるはじめている。この工法ではシースを用いる代わりに予めPC鋼材の表面にアスファルトやアラスチックなどを塗布しておき、緊張時にその塗布材料の薄い膜でコンクリートとの付着力をなくし、プレストレスを導入するものである。しかしながら、この工法には、緊張時に所定のプレストレスを導入することができず、また、静的・動的荷重に対する挙動はどうか、などの検討すべき問題がある。そこで、筆者らはそれらの問題点を検討するため、実際にポストテンション方式のPCはりを製作し、現在、静的・動的荷重試験を続行している。ここに現在まで得られた結果を報告する。

2. 供試体製作時のPC鋼棒の初期緊張力測定および静的荷重試験

まず、緊張時の張力測定および静的荷重試験についての要約を述べる。はり供試体の形状および寸法を、図-1に示す。塗布材料にはアスファルトを使用した。また、比較のためシースを用いた通常のはり(ボンドはり)も製作した。

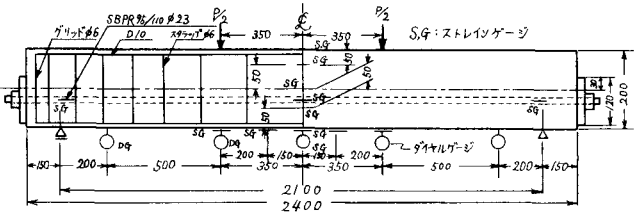


図-1 PC はりの形状・寸法および荷重状態 (単位:mm)

(1)初期緊張力測定 供試体は60℃で蒸気養生し、初期緊張は供試体温度約40~50℃で行なった。緊張時に両端部および中央部のひずみを測定したところ3者の間にはほとんど差はなく、また各はりの緊張力のばらつきも変動係数約2%と極めて小さかった。したがって本実験で用いたアスファルトは約40~50℃でアンボンドの役目を十分に果たしたものと考えられる。コンクリートのクリープ、乾燥収縮による緊張力の減退はほぼ1週間で一一定となり、その量は約10%であった。

(2)静的荷重試験 材令150日で静的荷重試験を行なった。アンボンドはりの曲げ破壊強さはボンドはりに比べ若干低下したが、たわみ、ひびわれ性状にはほとんど差異が見られなかった。このように張力は所定とおり導入することができ、また部材耐力も終局強さが多少劣る点を除けばアンボンドはりとはほとんど大きな差異はなかった。

表-1 測定項目と方法

3. 疲労試験

(1)試験方法 材令150日から動的荷重試験を行なった。使用したコンクリートは圧縮強度 $f_{ck}=52.8\text{MPa}$ 、弾性係数 $E_c=3.3\times 10^4\text{MPa}$ と材令に肉保なく一定であった。まず、静的曲げ破壊試験を行い、供試体の曲げ破壊強度 $P_b=130\text{t}$ を得た。くり返し荷重は下限荷重 P_{min} 、上限荷重 P_{max} のSin波形であり、上限荷重 P_{max} は荷重率で60, 70, 75, 80% ($=P_{max}/P_b$)と変化させた。なお、下限荷重率は5%とした。まず、疲労試験に入る前にその上限荷重まで静的荷重試験を行い、引き続き疲労試験を行なった。また、適時、試験の途中でひびわれの進行状況を調べた。コンクリート・鋼棒のひずみおよび供試体の変位の測定方法を表-1に示す。荷重速度は2.5 Hzである。

試験	測定項目	測定位置	測定方法
静的	はりのたわみ	図-1に示す位置(5ヶ所)	ダイヤルゲージ
	PC鋼棒のひずみ	中央、両端部	ストレインゲージ
	コンクリートのひずみ	図-1に示す位置(9ヶ所)	ストレインゲージ
動的	はりのたわみ	荷重中央	変位計
	PC鋼棒のひずみ	中央、両端部	ストレインゲージ
	コンクリートのひずみ	中央上縁部、中央側面上部	変位計、電圧計

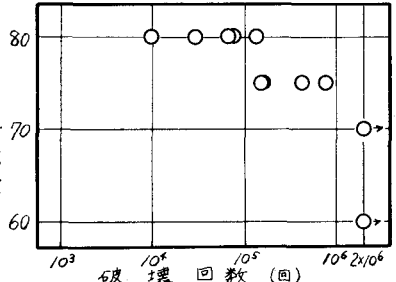


図-2 荷重率と破壊回数

(2)疲労試験結果 現在まで得られた試験結果をまとめると図-2

および表-2のようになる。これらの結果から荷重率60%ではコンクリートおよびPC鋼棒のひずみが伸びていないことから、200万回

劣限は荷重率70%前後になるものと思われる。

3. 考察

(1). PC 鋼棒のひずみ変化 くり返し回数比と PC 鋼棒のひずみ変化を図-3に示す。なお、くり返し回数比とは、破壊回数 N_b でくり返し回数 N を割った値(%)である。同図より荷重載荷初期では、中央部と端部のひずみの差は大きい(荷重率が低い場合)が、回数の増加に伴い、いずれのひずみとも漸増しその差がなくなってくる。しかしながら荷重率が低い場合は、ひずみの増加が小さくその差はほとんど縮まらないうのである。この原因はコンクリートと鋼棒の間の付着が、回数が増加するにつれて低下し、鋼棒の応力が一様になってくるためと考えられる。したがって鋼棒端部に応力が集中してくることが推察される。また表-2に示すように気温と鋼棒の表面温度との間に、若干差が見られ、コンクリートと鋼棒の摩擦により熱が発生することがわかる。気温が高い場合には、もっと早い段階から付着がなくなることが考えられる。

(2). PC 鋼棒中央部と両端の応力分担 PC 鋼棒中央部のひずみで両端部のひずみをそれぞれ割った値を応力分担率としてくり返し回数比とそれとの関係を求め図-4に示す。同図より分担率の変動は回数比0~40%の間で生じていることがわかる。すなわち、この時期に端部の双方または一方の付着力が大きく減少することが考えられる。ところで、コンクリートの応力は中央部で大きく両端で小さくなるがこのように回数の増加に伴い PC 鋼棒の応力の均等化が進めば、PC 鋼棒の伸びが大きくなり、そのためにコンクリートの上縁部の圧縮破壊が生じやすくなることが考えられる。

(3). たわみ性状およびひびわれ性状 たわみ変化の一例を図-3に併記している。回数の増加に伴いたわみは増加し、その傾向は PC 鋼棒のひずみ性状と類似している。次にひびわれ状態を図-5に示す。動的荷重によるひびわれは、静的荷重によるそれより枝分れが著しいようである。また、載荷点付近の2~3本のひびわれが著しく進行し、コンクリートの破壊につながる傾向にある。

4. まとめ

以上の試験結果をまとめると次のようになる。(1). PC 鋼棒の中央部と両端部に作用する応力はくり返し回数が増加するに伴い均等化し、コンクリートの圧縮破壊が助長され、また PC 鋼棒端部の応力集中による破壊の可能性も考えられる。(2). たわみはくり返し数の増加に伴い漸増し、ひびわれは載荷点付近の2~3本が著しく発達して行き破壊につながるようである。疲労強度については、発表の際、報告する。終りに、御協力戴いた神戸鋼線株式会社へ深謝の意を表す。 参考文献: (1) 渡辺、出光、松尾 アレポンドPCはりに関する実験的研究 エルメス会 西部支部 講演集、(2) 宮本、堀口、アレポンド PC 桁の疲労試験 アレポンドコンクリート Vol. 17, No. 4, Aug. 1975

表-2 疲労試験結果

供試体	上端荷重率	鋼棒の温度	気温	破壊回数	破壊状態
No. 1	60%	16~25℃	—	200回破壊せず	—
2	70	16~25	—	〃	〃
3	80	26~25	22~22.5℃	146900	コンクリート上縁部圧縮疲労破壊
4	75	22~30	—	154500	〃
5	75	21~24	19~22	414900	PC 鋼棒切断
6	75	24~30	21~28.3	800100	コンクリート上縁部圧縮疲労破壊
7	80	—	—	99700	〃
8	80	—	—	29300	〃
9	80	22~23	21~22	66300	〃
10	80	26.3~29.3	22~28.3	75900	〃
11	80	22.4~23.1	21.5~22	133800	〃

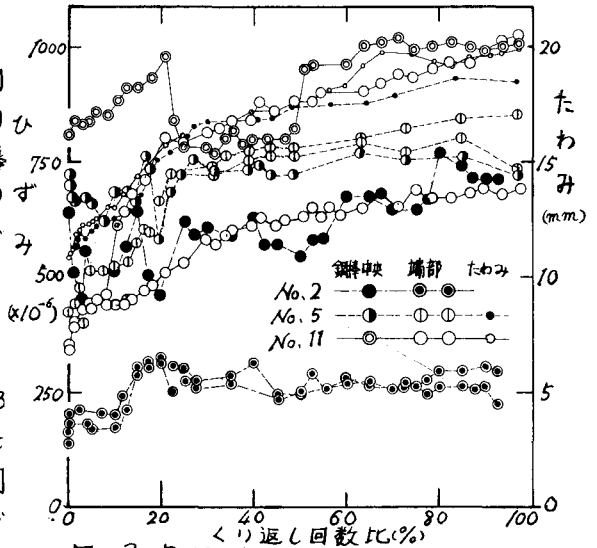


図-3 PC 鋼棒のひずみおよびたわみ変化

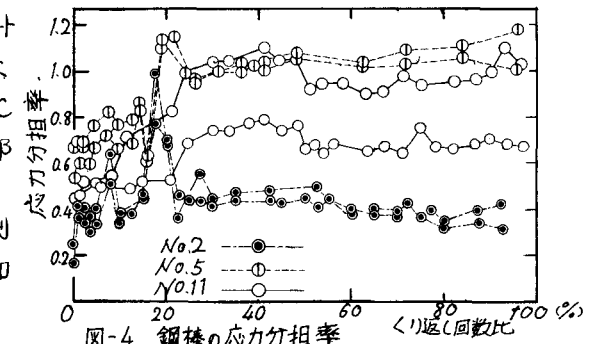


図-4 鋼棒の応力分担率

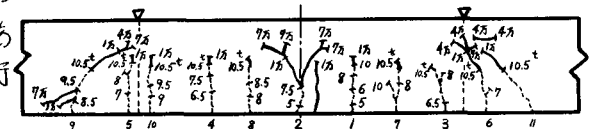


図-5 静的・動的ひびわれ状態 荷重率80% 133800回破壊