

1. まえがき

施工の省力化、急速施工、施工上の制約などから、フレテンションPC橋を採用することが多くなっており、そのスパンの長大化と要請されている。フレテンションPC鉄道橋の適用スパンを従来の10m前後より長くし使用範囲を拡大するためには、太径ストランド(φ10.8, φ12.4)の定着性能の問題など検討を要する課題が残されている。特に、φ12.4ストランドは道路橋JIS橋桁にはすでに用いられているが、鉄道橋特有の付着疲労等に関してはまだ十分に解明されていない。

本報告は、伝達長の確認試験および試験桁の疲労試験により、太径ストランドの定着性能について検討したものである。

2. 試験の概要

2-1 伝達長の確認試験：伝達長に影響を及ぼす要因には緊張材径、表面の状態、定着位置、コンクリートの性質、緊張材の引張応力度などが考えられるが、本試験では緊張材径、さびの有無、定着位置に着目し、表-1に示す8体の供試体について試験を実施した。測定は供試体側面に60~200mm間隔に貼付したコンクリートの表面ひずみ計と、図-1に示すストランドの滑り込み量測定装置により行った。

2-2 試験桁の疲労試験：疲労試験は図-2に示す試験桁の桁がかりを15cm、20cm、30cmと変え、載荷位置を両支点から1.0mスパン中央側として行った。桁がかりを30cmとしたA桁は、コンクリートの斜め引張応力度がほぼ許容値(10%)となる20tを上限荷重とし100万回の繰返し載荷を行い、異状のないことを確認した後、スパン中央断面のコンクリートの曲げ引張応力度がほぼ0となる25tに荷重を上げ、さらに100万回の載荷を行った。桁がかりを15cmとしたB桁は上限荷重20t、繰返し回数5万回で支承部付近にひびわれが発生したので繰返し載荷を中止した。C桁は桁がかりを20cmとして上限荷重20tで210万回の載荷を行い、異状のないことを確認して、荷重を25tに上げさらに133万回の載荷を行った。その後、最大荷重44tの静的載荷により桁に曲げおよびせん断ひびわれを発生させ、上限荷重30t、120万回の繰返し載荷を続けた。なお、いずれの桁と下限荷重は4tで、疲労試験途中に数回の設計荷重までの静的載荷試験を実施しており、疲労試験後静的破壊している。測定はスカラーのひずみ、桁のたわみなどのほか、図-1と同様の方法によりストランドの滑り込み量について行った。

3. 試験結果および考察

3-1 伝達長の確認試験

表-1 伝達長の確認試験供試体

記号	ストランド径(mm)	さび	形状寸法	数量(本)
A-1	10.8	有	100 200 250 切断位置	1
A-2	10.8	無	100 200 250 ストランド	1
A-3	12.4	有	100 250 長さ2000	1
A-4	12.4	無	100 250 長さ2000	1
B-1	10.8	有	100 200 250 切断位置	1
B-2	10.8	無	100 200 250 ストランド	1
B-3	12.4	有	200 250 長さ3000	1
B-4	12.4	無	200 250 長さ3000	1

注* 有は製造後約1ヶ月間工場内に放置してさび付けした。斜線部は脱型後、切断除去、 $\sigma_{ca}=500\text{ }^{\circ}\text{f/cm}^2$ 導入プレスはφ10.8が74.1%、φ12.4が95.2%。

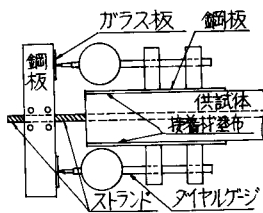


図-1 ストランド滑り込み測定装置

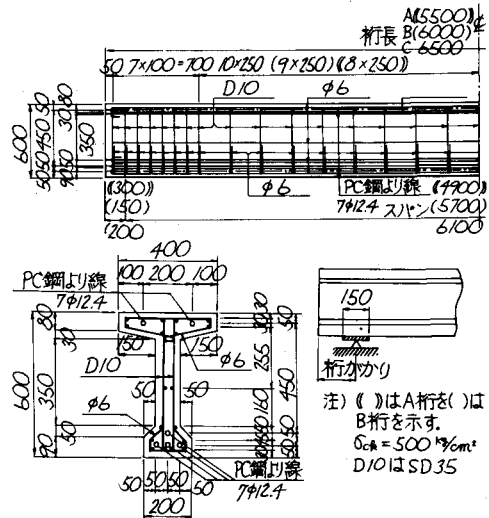


図-2 試験桁設計図

注) () はA桁を()はB桁を示す。
 $\sigma_{ca}=500\text{ }^{\circ}\text{f/cm}^2$
D10はSD35

図-3にストランドの滑り込み量とフレストレス導入後の日数の関係を、図-4に部材端からの距離とコンフリート表面ひずみの関係を示す。

緊張材径；コンフリート表面ひずみが一定になる点までを伝達長と考え、 $\phi 10.8$ で40~60 ϕ 、 $\phi 12.4$ で50~70 ϕ 程度であった。従来の実験報告によれば $\phi 9.3$ 、 $\phi 10.8$ のストランドの伝達長は55~80 ϕ 前後とされていたが、今回の測定結果はこれより幾分か小さくなった。

さびの有無；さびの有無による測定値の差はそれ程大きくない。一般に、さびの程度は伝達長に大きな影響を及ぼすと考えられているが、ストランドの場合には表面形状による機械的抵抗力が大きい比重を占めるため、さびの影響が顕著に現われなかったものと思われる。本試験のさび付けが実際の場合より長期間行われていることを考え合わせると、通常の桁で行っている程度のストランドのさび付けでは伝達長が著しく変わることはないようである。

定着位置；定着位置の異なる供試体の測定値には幾分差が認められ、上部に定着したものの方が伝達長が大きくなっている。フレテンションPC桁では設計上支点付近上側の引張応力が問題となることがあるが、測定結果は桁のこの部分に計算値より引張側の応力が発生しているおそれのあることを示すものである。

3-2 試験桁の疲労試験

桁がかり；設計荷重前後の上限荷重によるA桁、C桁の疲労試験では、支点付近の異状や耐力の低下は全く認められなかった。また、試験後の調査によると、疲労試験中B桁に発生したひびわれの原因は桁がかりの不足によるものではなく、支承部底面にわずかな不陸があったためと判明した。表-2に試験桁の静的破壊試験結果を示すが、せん断破壊したのでコンフリートの斜め引張応力

度が許容値となる荷重を設計荷重とすれば、桁の耐力は設計荷重時の3.5~3.8倍となる。試験桁とは同じ形状寸法の参考文献の模型桁の曲げ耐力と設計曲げモーメントの比が3.5であったことを考えると、本試験でとった程度の桁がかりがあれば、桁がかりの小さいことによる耐力低下はあっても曲げに対する通常の安全度程度は確保できるものと思われる。実際の桁の桁がかりは、地震水平力などこの他の影響と考慮する必要があるが、現設計で用いている値よりかなり小さい桁がかりとすることが可能と考えられる。

付着疲労；C桁は343 ϕ のひびわれのない繰返し載荷後、静的載荷によりひびわれが発生させ、設計荷重の約1.5倍に相当する30 ϕ の上限荷重で110 ϕ の繰返し載荷を行ったが、付着疲労と考えられる変化は認められなかった。このように、かなり厳しい載荷条件の下で付着疲労が発生しなかったことから、一般に設計しているフレテンションPC桁では付着疲労は生じないとしてよいと思われる。

4. あとがき

以上の試験結果より総合判断すると、フレテンションPC鉄道橋への太径ストランドの適用は可能と考えられる。最後に、本試験の実施にあたり、ご協力をいただいた鉄道技術研究所、東京第一工事局の関係者の方々に謝意を表します。

(参考文献) 宮本征夫ほか「フレテンションPC桁のバンドアップに関する試験」フレストレスコンフリート、Vol.19、No.1、1977

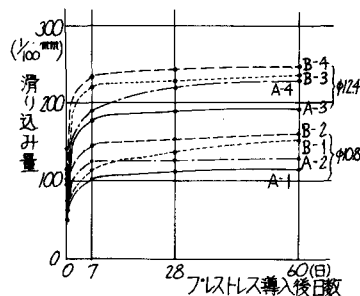


図-3 ストランドの滑り込み量

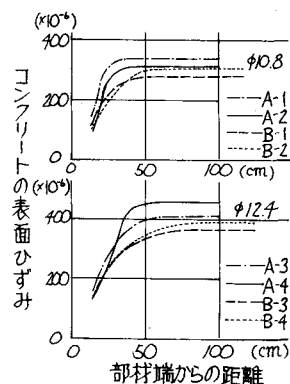


図-4 コンフリートの表面ひずみ

表-2 静的破壊試験結果

種別	ひびわれ荷重 (t)	ひびわれ再開荷重 (t)	破壊荷重 (t)	破壊位置	破壊状況	記事
A	37.0 (39.5)	25.0 (25.3)	73.0	載荷点と可動支承を結ぶ斜めひびわれ	斜めひびわれの進展に伴うストランドの抜け出し	200回繰返し載荷後5分間
B	—	—	73.0	—	—	—
C	36.0 (38.9)	28.5 (29.7)	78.0	—	—	453回

() は計算値