

大型模型による張弦 PC 橋の耐力実験

熊本大学工学部 ○ 学生員 山之口 剛 (株) ピー・エス 正会員 前田 文男
 熊本大学工学部 学生員 小幡 大輔 熊本大学工学部 正会員 崎元 達郎

1.はじめに

通常の外ケーブル方式 PC 橋のケーブルを、桁高以上に偏心した図-1 に示すような新形式の PC 橋をここでは“張弦 PC 橋”と呼ぶことにする。張弦 PC 橋は、同スパンの PC 桁橋に対しかなり PC 鋼材量を減じることができ、死荷重を軽減し適応スパンを伸ばすことが可能であることから、これまで PC 橋では適応が難しかった中規模径間 (70m~100m) の橋梁形式として有望である。しかしながら、破壊時のメカニズムや、最適構造諸元、コンクリートと鋼の複合構造であることから生じるクリープの問題等、実用化に際しては多くの問題を明らかにしなければならない。

本論文は、張弦 PC 橋の実用化にあたっての研究の一環として破壊時の挙動を調べるべく模型実験を行った結果の概要を報告するものである。実験においては、図-1 に示すような橋長 70m の橋梁を想定し、これの 1/10 モデルを作製し、弾性載荷試験、終局耐力試験を行った。

2.実験概要

供試体は支間 7m とし、サグ量を 1.0m (サグ-支間比 1/7) とした Type-A と、同じく 0.7m (同 1/10) とした Type-B の 2 体を製作した。サグ比の決定は実橋の最適設計に関する予備検討の結果、サグ-支間比 1/7 程度が経済的であるとの確認に基づいている。供試体の形状を図-2 に示す。想定実橋では箱桁断面であるが供試体では製作の都合上 T 型断面とした。コンクリート強度は、今後の PC 橋の高強度化への推移を考慮し 500kg/cm^2 とした。また、想定実橋ではストラットが 5 本であるが、ストラット製作の都合上および供試体全体のバランスから 3 本に変更している。載荷試験は、弾性載荷試験と終局強度試験を行った。このうち弾性試験は、case-1) 2/8 点集中載荷、case-2) 3/8 点集中載荷、case-3) 中央集中載荷、case-4) 中央 2 点載荷 (載荷点間隔 170cm)

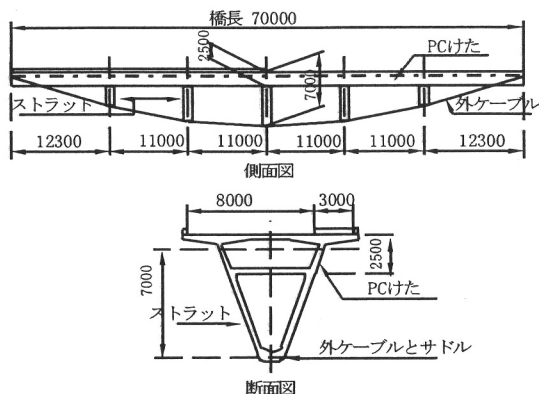


図-1 想定実橋梁 (単位: mm)

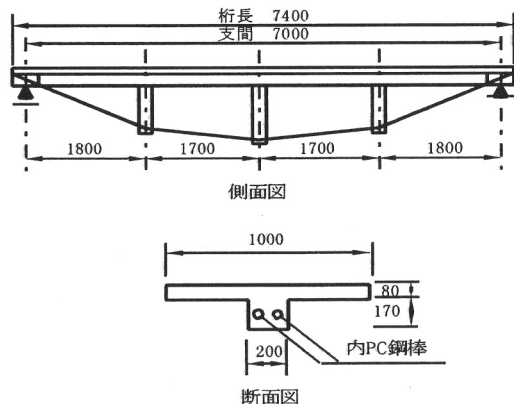


図-2 供試体 (単位: mm)

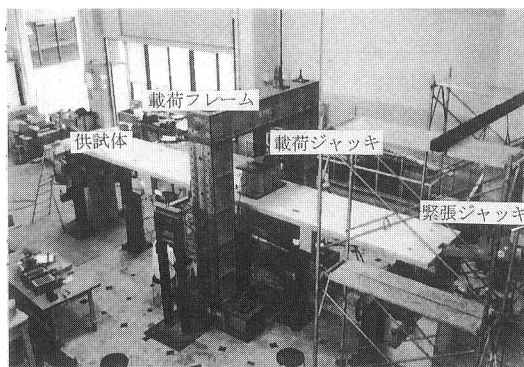


図-3 載荷試験状況 (中央集中載荷)

の4ケースとした。終局強度試験は、まず中央2点荷重で行った。破壊形態は試算により外ケーブルの引張破壊と予測されたので、外ケーブルの降伏後外ケーブルの容量を大容量のものに交換(30tf→70tf)し、再度終局強度試験を行うこととした。尚この時の荷重位置は、中央集中荷重とした。実験の状況を図-3に示す。

3.実験結果および考察

弾性荷重試験

Type-A のストラット間の荷重である case-2 のたわみ図を図-4 に示す。弾性域内では、ほぼ通常の単純梁と同様な挙動を示す。微小変形理論に基づくフレーム計算の計算値と比較するとやや数値計算の方が大きくなっているが、良好な一致が見られる。

中央2点荷重による終局耐力試験

Type-A の試験では、まず荷重点直下にクラックが発生し、次第に進展しはじめた。次に 1/4 点ストラットが支間中央側へ変形しストラット基部の引張側(両側ストラットとも支点側)にクラックが生じさらに荷重が増加すると圧縮側のコンクリートが圧壊して塑性ヒンジに近い状態となった。しかしこの塑性ヒンジの発生は全体構造の急激な耐力低下をもたらすことはなかった。

一方、主桁は、荷重点直下のクラックが進展し塑性ヒンジに近い状態となった。これは、ストラット間を支間とするはりの局部的曲げ崩壊と考えられ、橋全体としての上弦(圧縮)材としての機能は残されているように観察された。そこで、更に荷重を増加させると外ケーブルが降伏点に達し変形のみが増大する形となった。

Type-B では、各サドル部での外ケーブルの角変化が小さいこととストラット高が低いことためストラット基部に生じるサドル部の摩擦力による曲げモーメントが小さくなり Type-A のようなストラット基部が塑性ヒンジに近い状態になることはなかった。また

荷重点直下の曲げ破壊も Type-A ほど顕著なものではなかった。これはサグ比が小さい Type-B の方が曲げ成分に比べて桁の軸力成分が支配的になっていることによるものと思われる。

破壊形態は Type-A と同様に外ケーブルの降伏となった。外ケーブルの降伏時の荷重荷重は Type-A で 27.5tf、Type-B で 22.5tf であった。サグ量が多い Type-A の方が 20% 程度大きい値を示した。外ケーブルが降伏強度に達する終局曲げモーメントから計算した終局荷重は、Type-A で 26.9tf、Type-B で 19.4tf となるので、実験値はこれらに対して Type-A で 102%、Type-B で 116% となり比較的よい対応を示す。

4.終わりに

安全率を(破壊荷重)/(ひび割れ荷重)とした時 Type-A、Type-B のひび割れ荷重は、それぞれ 4.0tf、3.5tf に対し破壊荷重はそれぞれ 27.5tf、22.5tf でありいずれも安全率 6 以上である。

この結果より張弦 PC 橋は十分な耐力を有していることが分かった。

また、破壊形態においては外ケーブルの容量によりある程度コントロールできることが分かった。

今後は、簡易式により破壊荷重の予測や破壊時における内部の応力変動などを考察していく予定である。

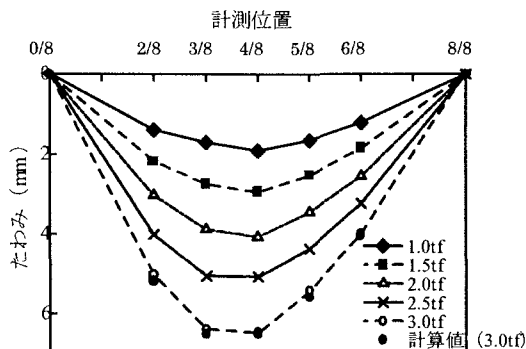


図-4 case-2 弾性荷重試験 (Type-A)

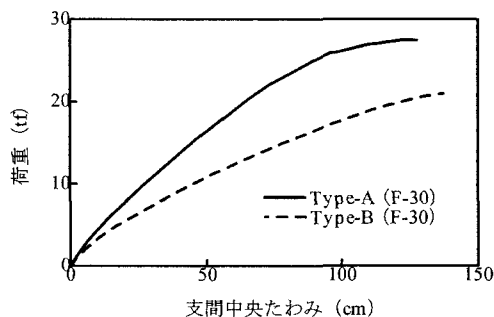


図-5 Type-A と Type-B の比較