

(97) PCアーチ吊り構造の模型載荷実験

(株) オリエンタルコンサルタンツ ○杉本 誠四郎
 住宅・都市整備公団八王子開発事務所 小野原 和實
 (株) オリエンタルコンサルタンツ 久保谷 伸博
 (株) オリエンタルコンサルタンツ 正会員 万名 克実

1. はじめに

八王子ニュータウンの「みなみ野大橋」は、最大スパン70m区間にPCアーチ吊り構造を採用した橋長170mの4径間連続PC箱桁橋である。PC箱桁と一体構造となる2本のアーチリブを橋面上に設け、アーチクラウンから2本のケーブルでPC箱桁を吊る構造は、その区間の交差条件から決定する桁高1.5mを可能にするとともに、シンボル性とゲート性という景観性向上の役割も果している。アーチクラウン側のケーブル定着は、ケーブルの納まりを考慮して、アーチクラウン上面ではなく、下面に定着する方法を採用した。定着構造は、アーチ形状を損なわないように、吊り荷重をアーチクラウン部に設けた鋼製枠材の下フランジからウェブプレートを通じて上フランジの支圧力として伝達する合成構造を採用し、コンパクト化を図った。PC吊り構造のような構造形態は、道路橋では過去に例がないこと、また、吊り荷重をアーチクラウンのコンクリート上面に伝達する構造は、鋼製枠材内のコンクリートの充填性に不安が残った。本文は、それらを解決するため、PCアーチ吊り構造の耐荷力とアーチクラウン部合成構造の耐荷機構の模型載荷試験を行い、構造の妥当性を検証した実験報告である。

2. 実験概要

本実験では、実橋とほぼ同じ材料を用い、支間70m区間のPCアーチ吊り構造とアーチクラウン部の定着構造に着目して縮尺率1/5及び1/2.5の供試体による以下に示す2種類の静的載荷試験を実施した。

① PCアーチ吊り構造の耐荷力試験 (図-1 参照)

PCアーチ吊り構造の耐荷力の妥当性を検証するために、70m区間のPCアーチ構造を構成するアーチリブ、ケーブルおよび主桁で構成される縮尺1/5の供試体モデルを作成し、静的載荷による破壊試験を行った。

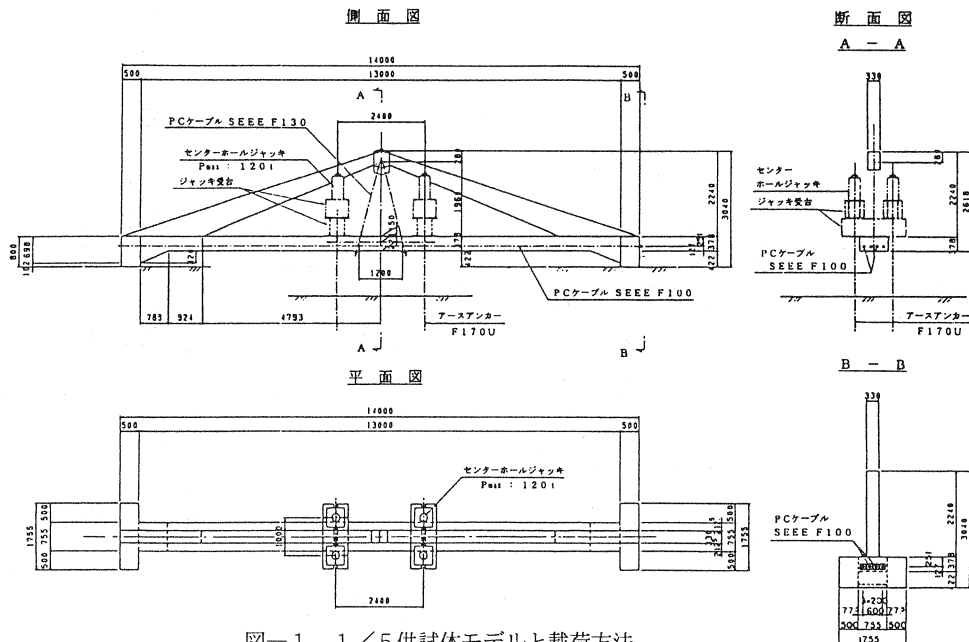


図-1 1/5供試体モデルと載荷方法

②アーチクラウン部定着構造の耐荷機構試験 (図-2、3参照)

アーチクラウン部は、吊り荷重が鋼製材のウェブプレートを通じて上フランジの支圧力として伝達する合成構造を計画 (基本形) した。この構造は、実橋の施工でも、上フランジとアーチリブコンクリート境界面に隙間が生じ、支圧伝達機構が問題となる可能性が予想された。このため、鋼製材のウェブプレートにスタッドジベルを配置し、ウェブプレートとコンクリートとの付着力および上フランジにおける支圧の両方で荷重伝達させることも検討した。供試体は、基本形を供試体①、ウェブプレートのスタッドジベル介して吊り荷重をアーチリブに伝達する方法供試体②、①と②を合成した供試体③を製作した。

したがって、基本形をベースに供試体3体の静的荷重試験を行い、アーチクラウン部の耐荷機構および応力状態を確認した。供試体は、実橋を再現するため、実際に近い施工で製作し、載荷方法も図-3に示すように実橋に近いものにした。

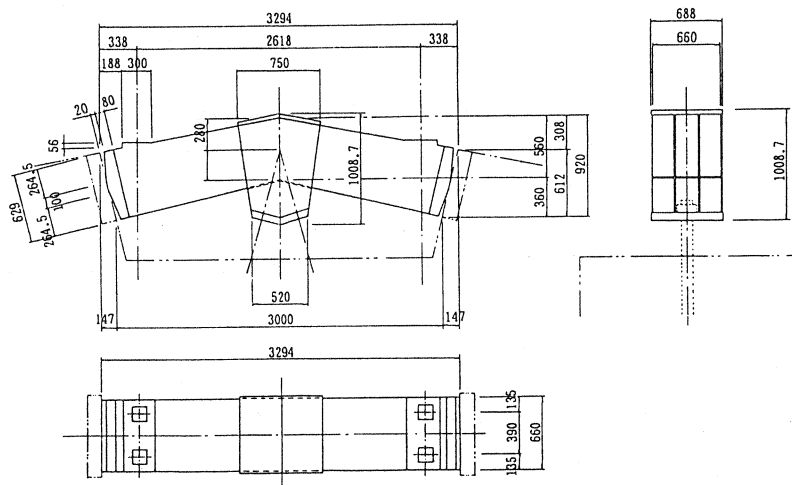


図-2 1/2.5 供試体モデル (基本形)

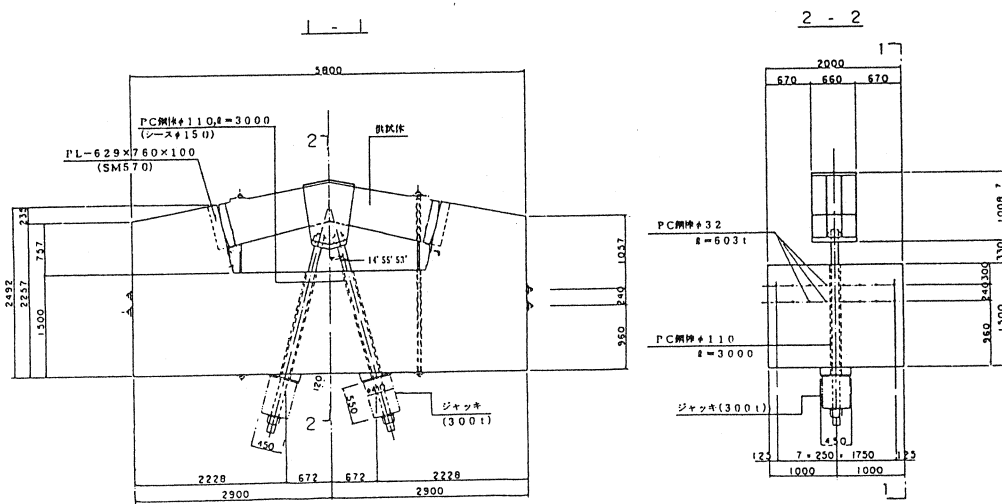


図-3 1/2.5 供試体モデルの載荷方法

3. 1/5モデル載荷実験

アーチ構造の耐荷力試験では、実橋の最大スパン部を取出したアーチリブとPC桁を組み合わせた特殊な構造系の縮尺率1/5の模型供試体を製作し、漸増線返しによる静的載荷試験を実施した。その結果、供試体の応力分布、吊りケーブル張力および変位はすべて実測値と設計計算値はよい一致を示した(図-4参照)。

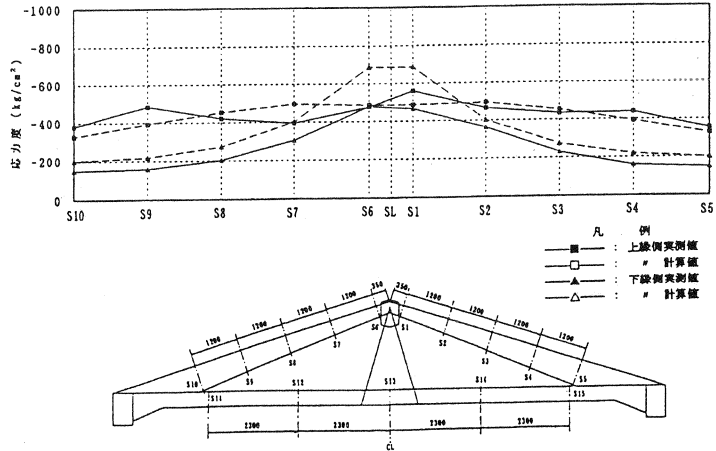


図-4 鉄筋応力度分布 (載荷荷重 50tf)

この実験ではアーチリブに主眼を置いたため、供試体のケーブルは実橋における強度レベルより相対的に大きな強度を有するものとしている。その結果、供試体は載荷荷重 250tf でアーチクラウン鋼製枠材近傍のアーチリブコンクリートが圧壊して終局状態となり、破壊耐力の実測値は計算値 (223tf) とほぼ一致した。破壊までのひびわれモードを図-5に示す。

したがって、実橋の解析結果によるとアーチリブは軸圧縮力が卓越するため、ケーブルおよび他の構成部材が破壊しないという前提の下では、実橋の破壊モードは供試体と同様、アーチクラウン鋼製枠材近傍のアーチリブコンクリートの圧壊することが予想される。この実験により、本橋梁の設計において安全性に対して特に詳細な検討が必要とされていたアーチリブ部が、破壊性状および破壊耐力ともに予測どおりのものであることが確認された。

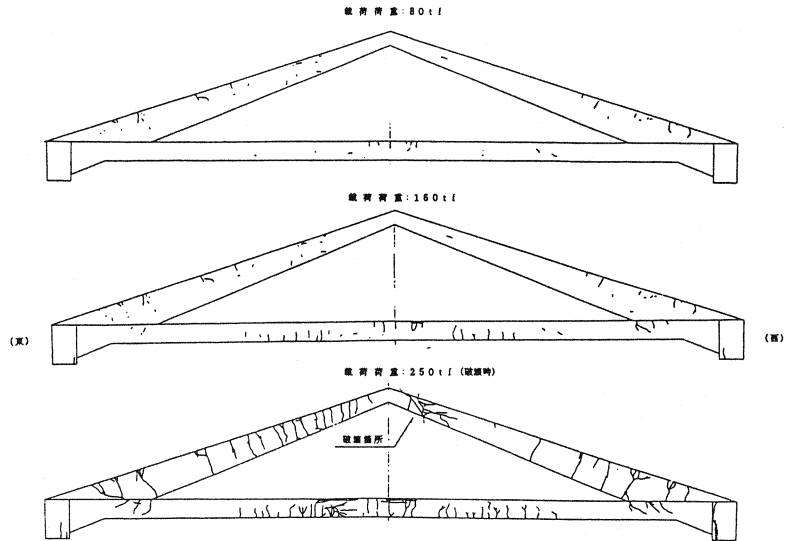


図-5 ひびわれモード図

したがって、アーチリブ、吊りケーブル、主桁を組み合わせた本橋梁形式は十分安全な構造であることが確認できた。

4. 1/2. 5モデル模型載荷実験

アーチクラウン部の耐荷機構試験では、実橋のアーチクラウン部(約7m程度)を取出し、鋼製枠材の種類を変えた縮尺率1/2. 5の部分模型供試体を3体製作した。この各供試体について漸増繰返しによる静的載荷試験を実施し、鋼製枠材の耐荷機構および応力状態を確認した。供試体の特徴を表-1に示す。

表-1 定着構造の供試体

供試体	供試体①	供試体②	供試体③
鋼製枠材の構造			
構造的特徴	・ケーブル張力をウェブプレートを通し、上フランジに伝達させ、コンクリートに変形応力として伝える ・ウェブプレートとコンクリートとの間には縁切り材を入れ、付着を切るものとする。	・ケーブル張力をウェブプレートに取り付けたスタッドジベルを介してコンクリートに伝える。	・ケーブル張力をアーチリブコンクリートに伝える鋼筋として、ウェブプレートに設置したスタッドジベルと上側フランジプレートの両方を合わせ持った構造とする。
備考	・供試体作成時には、枠材を実際の構造と同一の向きに設置してコンクリートを打設し、上側フランジプレート下面にブリージングを生じさせる。 ・留意にはコンクリート打設時の空気抜き孔を設ける	・同左	・同左

供試体は、①(上蓋有り、ジベル無し)を基本形として、ジベルのみの供試体②(上蓋なし、ジベル有り)、①と②を併せた③(上蓋有り、ジベル無し)を考えた。ジベル効果は、図-6に示すように③が②より小さい傾向

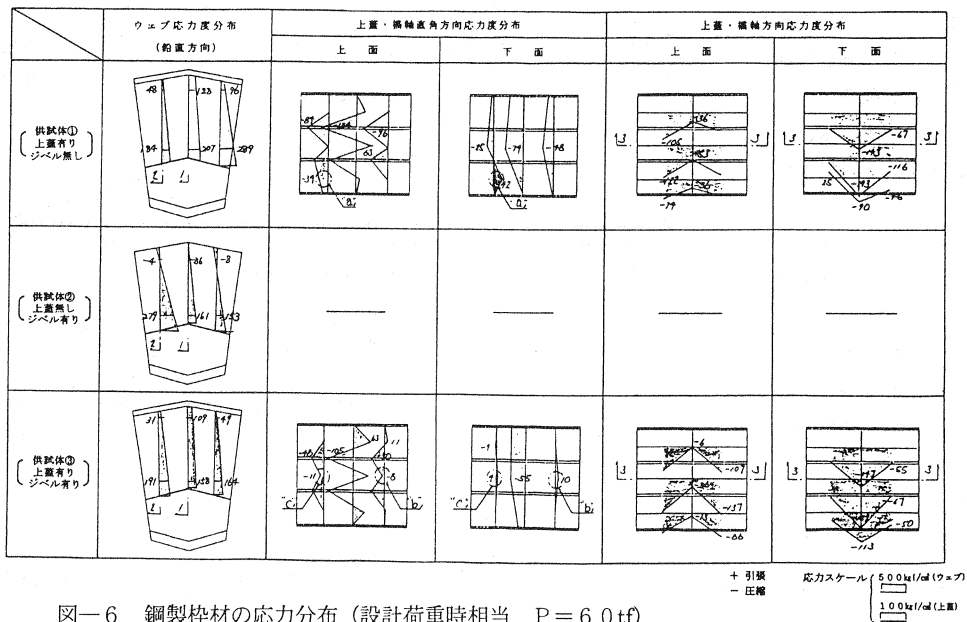


図-6 鋼製枠材の応力分布(設計荷重時相当 P=60tf)

を示すことから上蓋の支圧力とジベルのせん断力に分担されているが確認できた。

実測値と供試体設計による計算値は、図-7に示すように鋼製枠材から離れた断面では3供試体とも応力状態に大差はなかった。

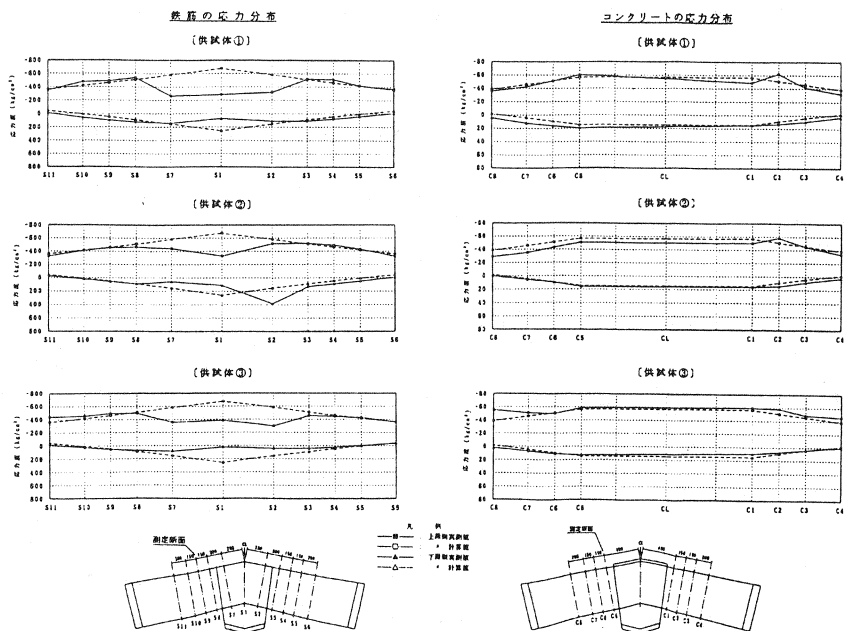


図-7 鉄筋及びコンクリートの応力度分布 (設計荷重時相当 P=60tf)

鋼製枠材内での応力度差は、上フランジとウェブからなる鋼製枠材がアーチリブの変形を拘束する構造に起因するものと考えられる。それは、図-8に示すように設計荷重相当時のコンクリート内部の主応力は、拘束の少ない供試体②の主応力が他の供試体に比べ大きな値の傾向となるから確認できた。

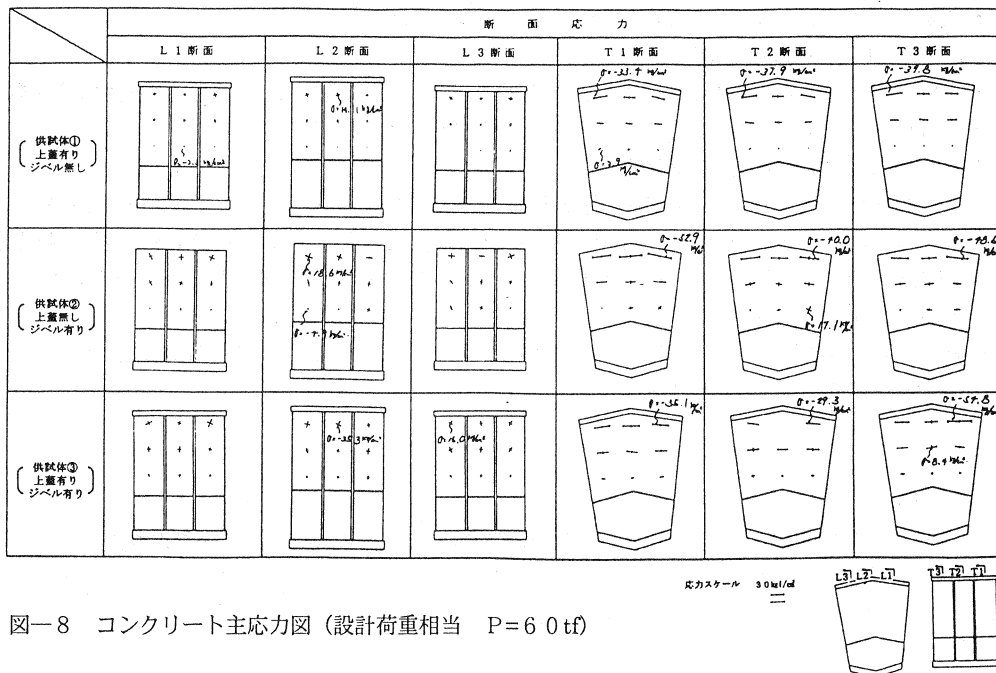


図-8 コンクリート主応力図 (設計荷重相当 P=60tf)

各々の供試体は、終局荷重時においてコンクリート内部応力状態に明らかな相違が確認された。供試体②、③では、スタッドジベルが鋼製材の内部にひびわれを生じさせるような大きな引張応力が発生し、スタッドジベルのない供試体①では、このように大きな引張応力は発生がないことが確認できた(図-9参照)。したがって、定着構造は、終局荷重において安全性が確保できる基本形(供試体①)が妥当であることが分かった。

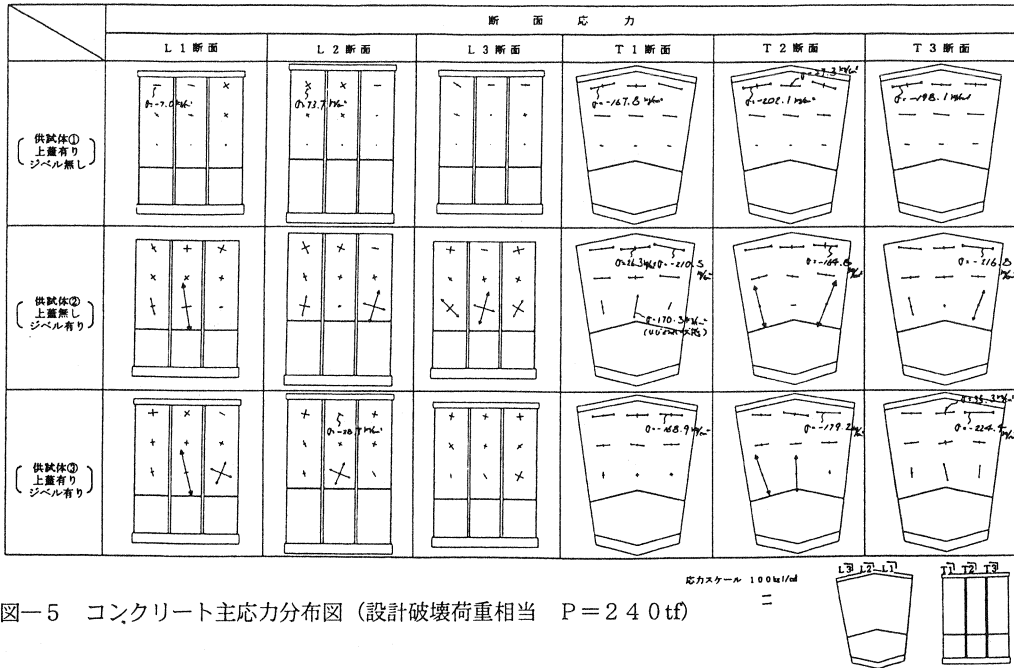


図-5 コンクリート主応力分布図(設計破壊荷重相当 $P=240\text{tf}$)

5. おわりに

本実験では、2種類の模型載荷実験を行い、以下の結論を得た。

① 1/5モデルによる耐荷力試験

アーチクラウン中心から2本のケーブルでPC箱桁を吊り下げる構造は、1/5モデルの模型載荷実験の結果、実測値と計算直がよい一致を示したことから本構造の妥当性を検証できた。

② 1/2.5モデルによる耐荷機構試験

アーチクラウン部のケーブル定着構造の供試体は、基本形である供試体①、ウェブプレートにスタッドジベルのみの供試体②、①と②を合成した供試体③の3体を実橋に近い施工手順と吊り荷重を想定した載荷方法を取り入れ製作した。その結果、設計荷重時ばかりでなく終局荷重時において安全性が確保できる基本形(供試体①)が実橋の構造として妥当である。

最後に、「みなみ野大橋」は、本実験に基づき実施設計を行い、平成11年3月に完成した。今後、取付道路等の整備を行い、平成12年4月に開通予定である。

(参考文献)

- 1) 南八王子地区都計道3・4・14号線橋梁模型実験に関する調査研究 住宅・都市整備公団 H4年6月
(八王子ニュータウン橋梁模型実験に関する調査研究会 座長 池田尚治横浜国立大学教授)
- 2) 道路橋示方書 II、III 日本道路協会 H2年2月