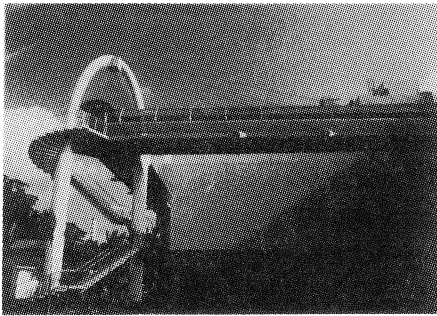


(88) スペーストラス構造接合部の静的載荷実験

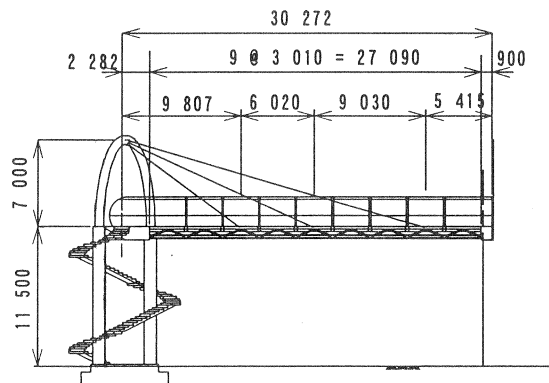
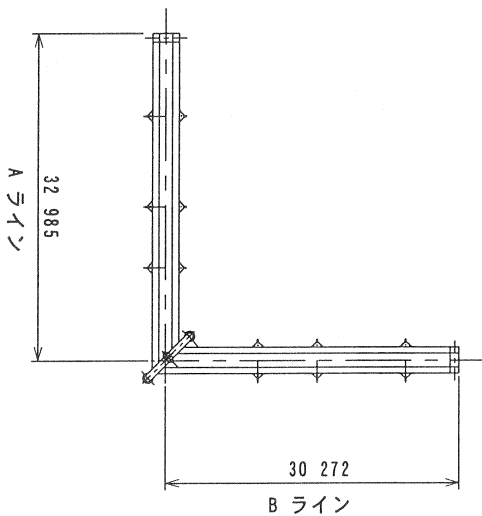
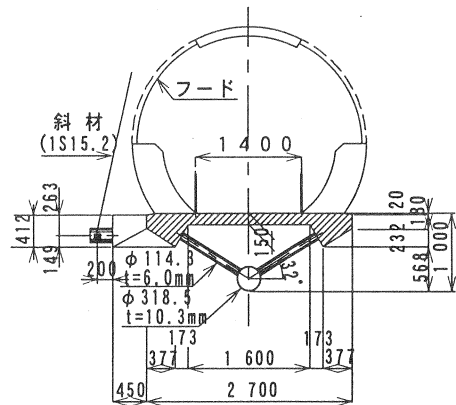
日本大学 理工学部	星 正明
大日本コンサルタント(株)	大野 正芳
住友建設(株)PC設計部 正会員	○ 永井 篤
住友建設(株)技術研究所 正会員	大館 武彦

1. はじめに

近年、注目を集めている複合構造橋梁の中で、ロアーズ橋に代表されるような、下弦材に鋼管を上床板にコンクリート部材を配置し、鋼トラス部材にて両者を接合させた構造をスペーストラス構造と呼んでいる。スペーストラス構造は桁橋に比べ主桁に作用するせん断力が小さい斜張橋に適した構造であり、今後、長大斜張橋への適用可能な構造として着目されている。スペーストラス構造における鋼トラスとコンクリートの接合部（以下接合部と略す）は構造上重要な部分であるが、その設計法に関する研究はほとんどなされていない。本文ではスペーストラス構造を斜張橋に採用したSBSリンクウェイ橋（写真－1、図－1）の接合部の実物大供試体を製作し、静的載荷実験を行って、力学的特性の把握とその設計の妥当性の検証を行ったので報告する。



写真－1 SBSリンクウェイ橋



図－1 SBSリンクウェイ橋

2. 接合部の構造と設計

本橋では、接合部に作用する応力が小さいことから、その形を簡単にするため、トラス材の鋼管に溶接したU字形鉄筋とT形鋼プレートを組み合わせた接合部をコンクリートに埋め込む方法を採用した。接合部の構造を図-2に示す。設計は、接合部に作用するせん断力 $(N_1+N_2) \times \cos \theta$ に対してはU字形鉄筋で抵抗し、曲げモーメント $(N_1+N_2) \times \sin \theta \times e$ に対しては、T形鋼プレートのみで抵抗することとし、トラス材の耐力より接合部の耐力が大きくなるように設計した。

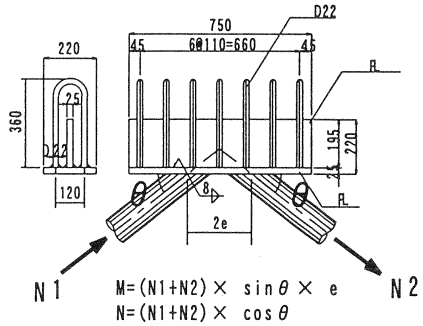


図-2 接合部の構造

3. 実験概要

実験は実橋のコンクリート上床版と鋼トラスを切り出したモデルで、トラス材の長さは実橋と同じ長さとし、2つの供試体を製作した。1つ目の供試体は実橋の耐力を把握するための供試体(供試体①)とし、2つ目の供試体は接合部の耐力を確認するための供試体(供試体②)として、実験を行った。

図-3に実験要領図を示す。反力床にPC鋼棒によって取り付けられた下部鋼材と供試体をピンで結合させ、反力壁から水平に設置したジャッキにより加力する方法で実験を行った。この荷重水平力により、荷重側トラス材に引張力、反対側のトラス材に圧縮力が発生することになり、引張、圧縮の各々の力は理論的には同一となる。荷重荷重は、2サイクルの荷重を行った。1サイクル目は設計荷重相当まで水平力荷重後、除荷し、2サイクル目は破壊に至るまで荷重した。水平力の荷重ピッチは5tf毎とし、各々の段階にて計測を行った。

表-1に供試体の使用材料を示す。コンクリート強度はいずれの供試体も実橋に使用した400kgf/cm²としたが、供試体②においては鋼管の板厚を12mmにするとともに、28日強度が600kgf/cm²のグラウト材を鋼管中に注入した。

なお、実験の安全確保のため、コンクリート桁前方、後方にはピン部に遊びのある鉛直材をとりつけ、急激な破壊時に備えるとともに、供試体が橋軸直角方向に不安定なため桁の両側に振れ止めを設置し実験を行った。

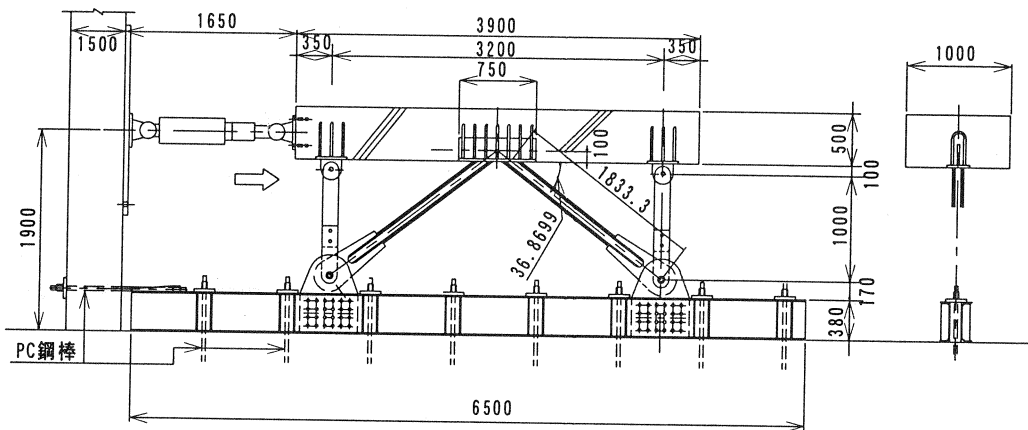


図-3 実験要領図

実験に先立ち、あらかじめ解析によって算出した載荷荷重とトラス軸力の関係は、載荷荷重をP、トラス軸力をNとすれば $N=0.61P$ であった。

4. 実験結果

図-4に実験で得られた荷重-変位線を示す。供試体①および②ともに初期荷重により5mm程度の変位が生じたが、これは、実験治具の遊びによるものと考えられる。

供試体①は載荷荷重80tfで、圧縮側トラス材の下縁が降伏し、89.8tfで圧縮側トラス材が座屈した。設計上の圧縮側トラス材の降伏値は74tfであり、ほぼ実験値と一致する。また、この状態での接合部は健全度を保っており、特別な異常は観察できなかった。このため、本橋の接合部は十分な安全性を有しているものと考えられる。

供試体②は載荷荷重120tfで引張側トラス材の側縁が降伏し160tfで引張側トラス材上下縁、180tfで圧縮側トラス材が降伏したのち190.2tfで座屈した。また、載荷荷重95tfで接合部のプレート付近に図-5のようなひび割れが生じたが、供試体の破壊まで顕著なひび割れの伸展は無かった。

表-1 供試体使用材料

	供試体①	供試体②
コンクリート	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$
グラウト		$\sigma_{28}=600\text{kgf/cm}^2$
鋼管	STK400 $\phi 114.3$ 16	STK400 $\phi 114.3$ t12
接合部U字形鉄筋	SD345 D22	SD345 D22

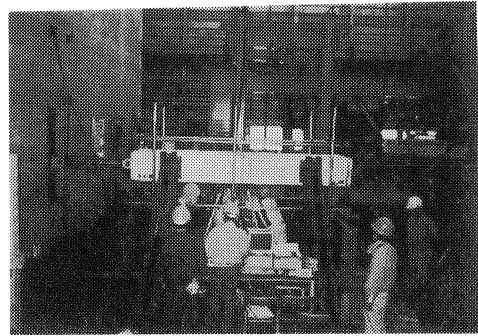


写真-1 実験状況

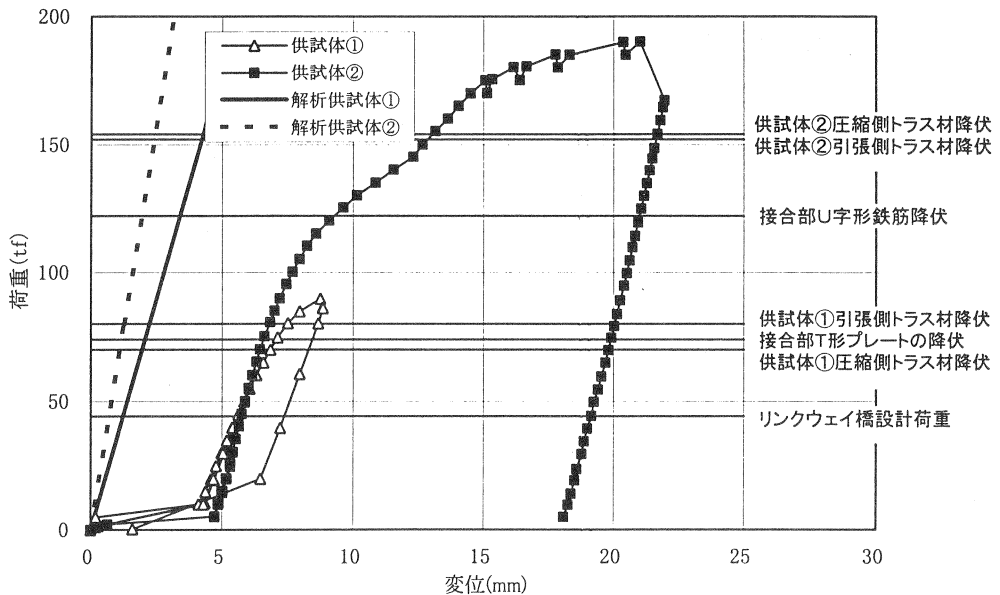


図-4 荷重-変位線

図-6に荷重-リブプレート応力関係を示す。生じている応力が小さいため、誤差の影響が大きいと考えられるが、T形プレートがコンクリートと一体となって荷重に抵抗することとして解析したFEM解析値と実測値は定性的な挙動はおおむね一致している。この結果より、接合部の耐力は、抵抗断面としてT形断面だけでなくコンクリート部材との一体性を考慮する必要があるものと考えられる。

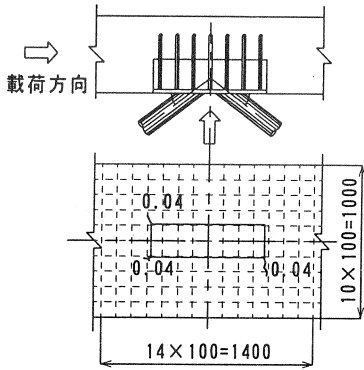


図-5 ひび割れ図

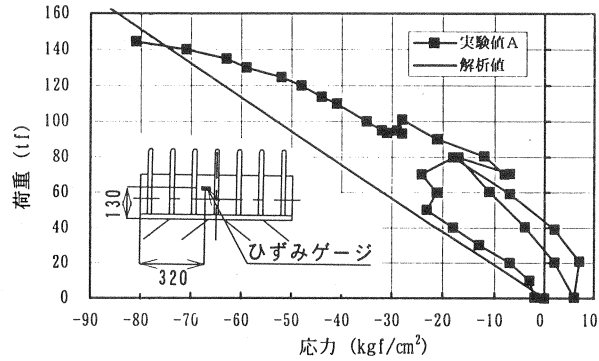


図-6 荷重-リブプレート応力関係

5. まとめ

実験結果より以下のことが明らかになった。

- ① 実橋の耐力を把握するための供試体の実験結果より、接合部より先にトラス材が座屈するという破壊モードが確認ができ、実橋の設計の妥当性が証明できた。
- ② 鋼管材を座屈させないようにした供試体においても接合部は破壊せず、接合部の耐力は予想以上に大きいことがわかった。
- ③ 接合部においてT形プレートがコンクリートと一体となって荷重に抵抗することとして解析したFEM解析値と実測値を比較すると挙動はおおむね一致しており、単にT形断面だけでなくコンクリート部材との一体性を考慮して設計する必要がある。

現在、接合部の合理的な設計法について検討中である。

最後に、本実験を行うにあたり、多数の方々にご指導、ご協力頂いたことを、ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 春日, 益子, 杉村: SBSリンクウエイ橋の設計と施工, 橋梁と基礎, vol.31 No.7, pp2-8, 1997