

V-78 十勝大橋（PC斜張橋）斜材定着部の破壊モードについて

北海道開発局帯広開発建設部	正会員	中村	浩
北海道開発局帯広開発建設部	正会員	岳本	秀人
北海道開発コンサルタント(株)	正会員	花田	真吉
北海道開発コンサルタント(株)	正会員	井上	雅弘

1. はじめに

十勝大橋は橋長 501m、中央径間 251mの3径間連続PC斜張橋で、斜材吊り形式は準ハープ型1面吊り構造である。主桁は全幅32.8m、桁高 2,875mの4室箱桁断面であり、斜材（2本のケーブル）は主桁内に設けた横桁に中央ウェブを挟んで定着されている。本実験計画は、PC斜張橋全体の安全性に対して重要な役割を担っているこの斜材定着部が、斜材張力による集中荷重によって押し抜けるような破壊に着目して、次のことがらを確認するために行ったものである。

- ①定着部の耐力が斜材の規格引張荷重（1.0Pu）以上であることを確認する。
- ②明確になっていない破壊形状および破壊メカニズムを把握する。

2. 試験体および実験方法

実験は斜材張力の鉛直成分が最も大きい最下段の斜材に着目し、地震時終局荷重状態を対象に行った。試験体は4室箱桁断面の主桁と曲げ剛性・軸剛性が等価となるように、モデル化した2室箱桁断面の1/3縮尺模型（長さ6.0m、幅員5.8m、桁高0.99m）であり、同じ斜材張力に対して斜材定着部位置における曲げ応力度が実橋と同じになるように、FEM解析などを行って試験体形状および荷重条件・支持条件などを設定した。

荷重方法としては、斜材張力と橋軸方向主桁軸力の2つの荷重を□段階的に荷重した。斜材張力は、門型フレームに設置した2台のジャッキでケーブルを緊張する事により荷重し、主桁軸力は主桁端部で図心から下に55cmの位置に設置した3台のジャッキで荷重した。

終局荷重作用時の状態までは、斜材定着部位置での曲げモーメントおよび軸力が実橋と等価になるように斜材張力と橋軸方向軸力を荷重し、終局荷重作用時の状態に達した後は橋軸方向主桁軸力を一定に保持し、斜材張力だけを破壊まで増加させた。実験は3日間にわたって行った。1日目は終局荷重作用時まで荷重し、2日目は斜材張力が760tfまで荷重した後、一度除荷した。3日目は再び斜材張力と橋軸方向主桁軸力を試験体が破壊するまで荷重した。

3. 実験結果

(1) 破壊の進行状況

1) 第2日目の結果（最大斜材張力 760tf）

第2日目の実験における、鋼材・コンクリートなどのひずみ測定結果や上床版表面の目視によるひびわれ観測の結果、およびビデオによるボックス内のひびわれ観察結果などを基に、最大斜材張力760tfまでの破壊の進行状況を調

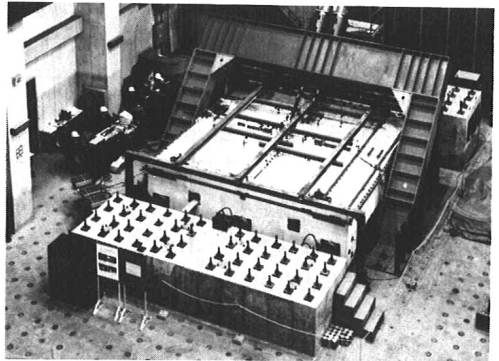


写真-1 試験体全景

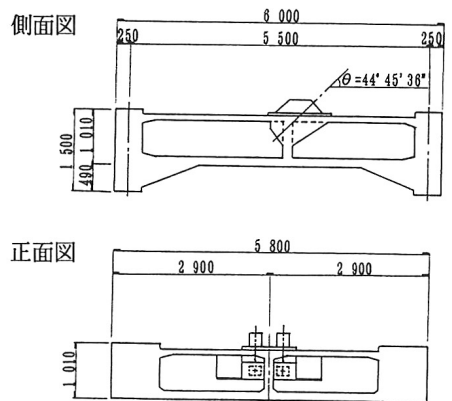


図-1 試験体構造寸法

べてみた。これらを要約すると次の通りである。

- ① 230tf：斜材定着部突起周辺に微細なひびわれが発生し（0.64Pu）た。全体的には弾性的な挙動を示した。
- ② 240tf：中ウェブの支圧板側定着ブロック接続部にひび（0.67Pu）われが発生した。
- ③ 300tf：横桁にも上床版近くでひびわれが発生した。（0.83Pu）
- ④ 600tf：中ウェブのひびわれが横桁を貫通した。中ウェブ（1.66Pu）の主塔側にもひびわれの発生が認められた。この頃より、斜材突起の主塔端部を回転中心とする斜材定着ブロック全体の回転変位が顕著になる。全体の剛性も低下しはじめる。
- ⑤ 760tf：横桁の定着ブロック近傍鉛直鋼棒がほとんど降（2.11Pu）伏し、中ウェブの鉛直鋼棒も横桁よりも支圧板側のものは降伏した。荷重上昇はほとんどなく、変形のみが増大する傾向にあった。

2）第3日目の結果（最大斜材張力 748tf）

第3日目については、第2日目の残留変形を初期値として、その後は第2日目の最大点を目指した挙動を示した。700tfを超えたあたりから、主塔側および支圧板側定着ブロックの側面のひびわれが目立ちはじめると同時に、荷重はほとんど上昇せず変形が進行する状態であったが、748tfの時下床版の圧壊による主桁の曲げ破壊が生じた。

（2）破壊モードと耐力

試験体は、最終的には下床版の圧壊による主桁の曲げで破壊したため、斜材定着部近傍の局所的な破壊モードの耐力を、実験結果から直接把握することはできなかった。しかし、斜材定着部近傍の破壊モードとして実験データから、定着ブロックが主桁側端部を回転中心として、ブロック全体が回転しながら上方に押抜けるような破壊モードであったと考えられる。

また、主桁の曲げ破壊耐力と実験で得られた主要な鉛直鋼材（中ウェブや横桁のPC鋼棒・スターラップ）のひずみを用いて計算した斜材定着部近傍の局所的な破壊耐力はほぼ等しい値を示しており、どちらが先に破壊してもおかしくない破壊モードをもっていた試験体である事がわかった。

4. あとがき

耐力は斜材の1.0Pu以上ある事が確認出来たが、既往の斜材定着部実験では、斜材定着部近傍全体が上方に押抜けるような破壊モードであったのに対して、本実験では上述のように、定着ブロックが回転するような破壊モードになった。その理由としては主に次のことが考えられる。

- ① 既往の実験では、斜材角度が約60度であり鉛直分力と水平分力の比が1：0.6に対して、今回の実験では、斜材角度が約45度でありその比が1：1と水平分力の影響が大きい。
- ② 今回の試験体は中ウェブがあるため、定着ブロックが回転する時の回転中心に作用する力に耐えられた。なお、この実験は「十勝大橋設計・施工検討委員会」（委員長：藤田北大教授）の指導を受けて行ったものであり、関係委員の方々に深く感謝の意を表します。

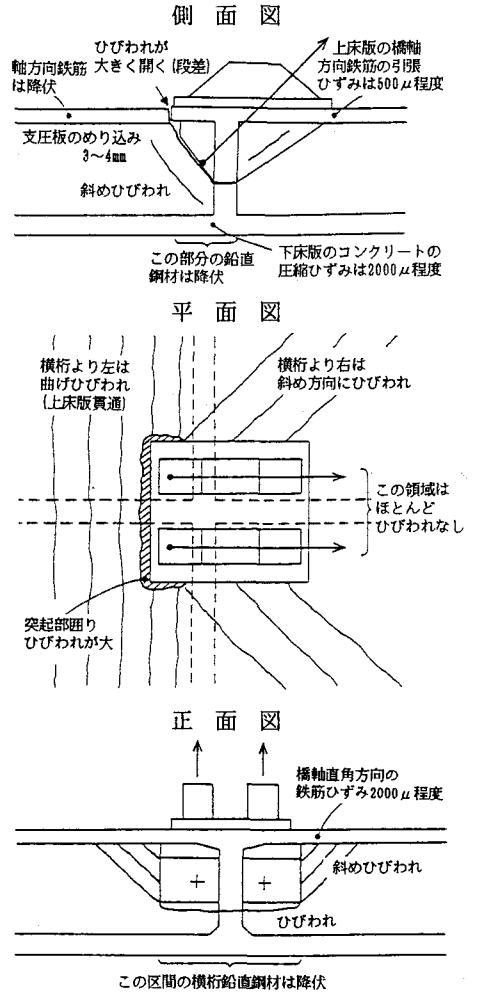


図-2 最大斜材張力時（760tf）の斜材定着ブロック近傍の状況模式図