

(5) 新形式鉄道高架橋の開発(その2)

(財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術開発事業部 正会員 松本 信之
 (財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術開発事業部 正会員 曾我部正道
 西武建設(株) 土木技術設計部 天野 貞雄
 ○(株) ピー・エス 開発技術第一部 正会員 河村 幸典

1. まえがき

今後建設される鉄道高架橋に求められる要件は、経済性、耐震性、環境性、景観性に優れた構造を有することである。現在、鉄道高架橋として一般的に使用されているラーメン高架橋は、バラスト軌道などを前提とした構造であり、重い床版を有するため、トップヘビーとなり地震時において不利な構造となっている。¹⁾ また、経済性からみても近年の省力化施工に答えにくい構造である。

そこで、従来のラーメン高架橋に代わる構造として、軽量の防振軌道を前提に図-1のような1軌道1主桁の合理的な構造とした軽量のプレキャストP R C桁による高架橋上部工を提案し開発を行っている。これまでに行った限界状態設計法による検討によると、従来のラーメン高架橋構造に比べ、上部工重量を2分の1に抑えられることが得られている。この結果より地震時の慣性力を大きく低減できること、スパンの経済的な延長が可能であること、また、プレキャスト部材の採用による急速施工が可能であることなどを示した。²⁾

今回、2分の1縮小モデルによる、上部工の桁構造の耐力試験、実大桁による試験架設を行ったので、本稿ではその結果について報告する。

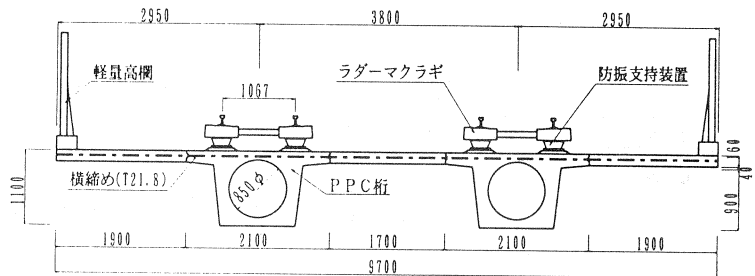


図-1 上部工概略図

2. 耐力試験

上部工の主桁断面は図-1に示すように、上フランジ突縁および大口徑のホローを有するプレテンションP R C桁である。これに対し、遠心荷重、地震荷重、風荷重等の水平荷重が作用するため、桁には水平変形やねじり変形が生じる。これらの挙動を確認するために図-2に示すような実物の2分の1サイズの桁を製作し、曲げねじり試験および水平曲げ試験を行った。試験体はそれぞれ1体ずつである。

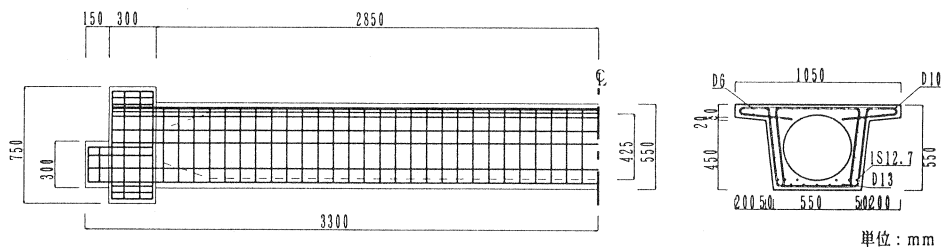


図-2 縮小供試体概略図

2. 1 使用材料

試験体に用いた材料特性を表1、表2に示す。なお、使用した鉄筋は全てSD345である。

表1 鋼材の特性値

鋼材の種類	降伏点	引張強さ	弾性係数
	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(kN/mm ²)
D6	372	553	180
D10	392	554	187
D13	395	545	189
1S12.7	1857	2029	194

表2 コンクリートの圧縮強度

試験	圧縮強度
	(N/mm ²)
曲げねじり試験	57.5
水平曲げ試験	58.4

2. 2 曲げねじり試験

(1) 試験法

曲げねじり試験は、図-3に示すように桁の両端支持点は橋軸回りの回転を拘束するため、ゲビンデφ32を用いて反力床に固定し、載荷点は実桁の設計ねじりモーメントが最大になる荷重ケースを考慮して片側の支持点から1500mm、桁図心軸から横に400mmの位置とした。また、載荷点が桁のフランジ上であるため、局所破壊防止のためフランジの下部をコンクリートにより補強した。

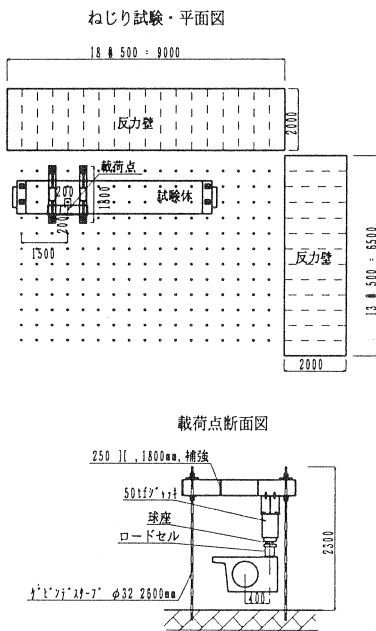


図-3 曲げねじり試験概要

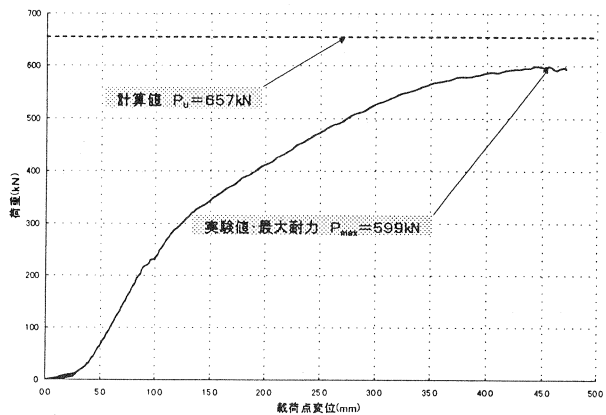


図-4 曲げねじり試験の荷重-変位曲線

(2) 試験結果

曲げねじり試験による荷重-変位曲線を図-4に示す。100kNを載荷した時点でフランジに細かいひび割れが発生したものの、350kN近くまではフランジのひび割れ本数の増加、ひび割れ幅の拡大は認められなかった。350kN付近でウェブに斜め方向のひび割れが生じ、ひび割れ本数の増加、ひび割れ幅の拡大とともに桁の剛性が低下しはじめた。530kN付近でフランジ上面に押し抜きせん断によるひび割れが発生しはじめ、599kN(最大耐力)の時にウェブの斜め圧縮破壊が生じて耐力を失い、試験を終了した。上フランジを無視した箱形断面による設計ねじり耐力から求まる荷重は657kN、ウェブコンクリートの設計斜め圧縮破壊から求まる荷重は313kNとなった³⁾(ただし、PC鋼材も軸筋として考慮、スターラップはダブルで考慮)。実験結果は設計ねじり耐力を下回るが、ウェブ斜め圧縮破壊に対しては十分安全であるこ

とが確認された。

試験終了時のひび割れの発生状況を図-5に示す。北面と南面のひび割れ発生状況にはかなりの相異がある。南面はせん断挙動による応力の方向とねじりによる応力の方向が一致しているため、ひび割れ幅も大きく、終局時にはかぶりコンクリートの剥落が見られた。一方、北面はせん断挙動による応力の方向とねじりによる応力の方向がほぼ直交するため、ひび割れ幅は南面よりも小さく、鉛直方向に伸展している。

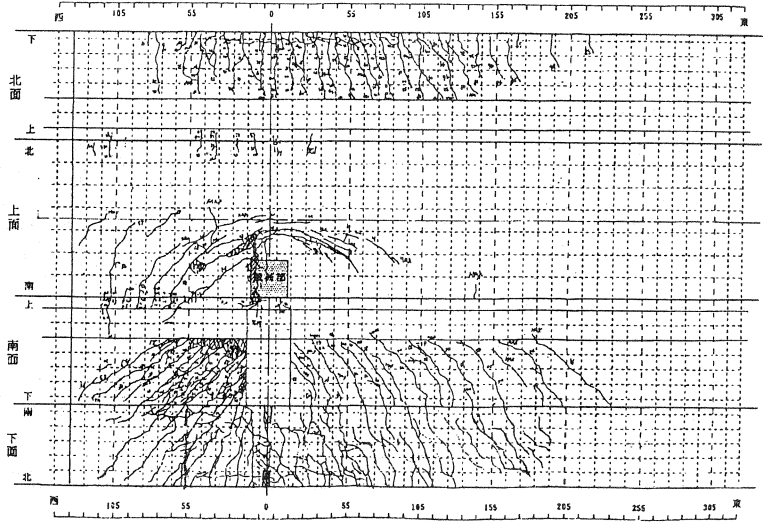


図-5 曲げねじり試験、ひび割れ発生状況

2. 3 水平曲げ試験

(1) 試験方法

水平曲げ試験は図-6に示すようにスパン中央において桁の図心位置に対して、水平方向に載荷した。

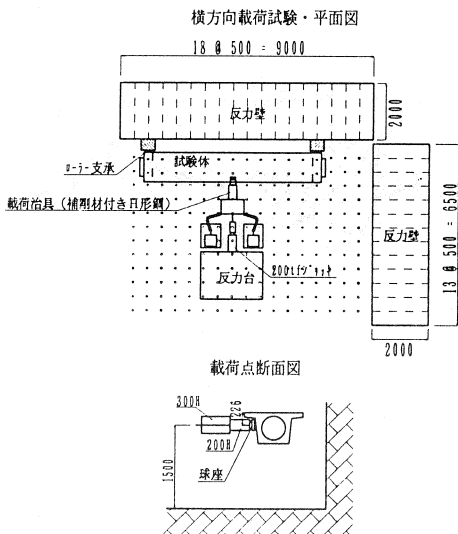


図-6 水平曲げ試験概要

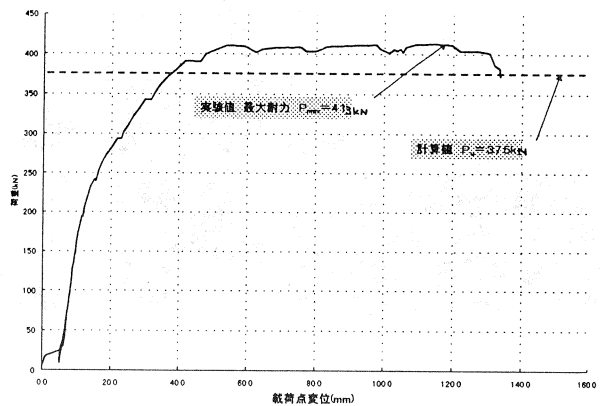


図-7 水平曲げ試験荷重-変位曲線

(3) 試験結果

水平曲げ試験による荷重-変位曲線を図-7に示す。荷重69kNでフランジの引張縁にひび割れが発生した。その後、荷重が増加するに従い、ひび割れ本数も増加し、荷重118kN時に引張側のウェブにひび割れが発生した。更に、載荷を続け、390kNになったときにウェブの引張鉄筋が降伏し、桁の剛性が低下した。最大荷重は413kNであった。変位が130mmになった時点でウェブ引張縁に配置したPC鋼材が破断し、桁の耐力が失われた。また、フランジ上面にひび割れが全面的に発生するとともに桁中央部が上方方向に反り上がる挙動を示した。

試験終了時のひび割れを図-8に示す。荷重が400kNに達するまではひび割れ本数は増加したが、桁の剛性が失われてからは本数の増加はさほど無く、スパン中央付近に発生していたひび割れが拡大していく挙動が見られた。PC鋼線の破断時には載荷点付近が圧壊した。試験終了後、PC鋼材位置をはつりだし、最外縁のPC鋼線のみが破断していることを確認した。

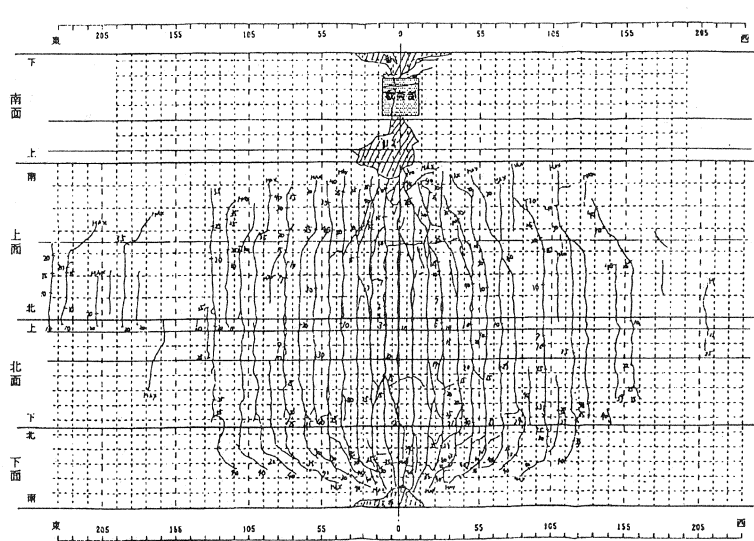


図-8 水平曲げ試験 ひび割れ図

3. 試験架設

実物大の桁を工場内で製作し、(財)鉄道総合技術研究所内のループ線に架設した。架設地点には、き電線、架線等が交錯しており、大型クレーンによる架設施工は困難であったため、別の地点で桁を重量トロに積み替えた後、写真-1のように架設地点まで縦取りし、その後写真-2のような横取り装置を用いて架設した。

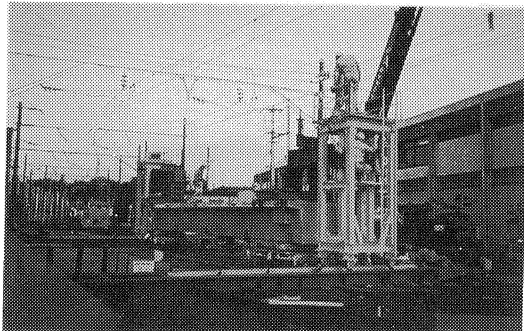


写真-1 桁縦取り状況

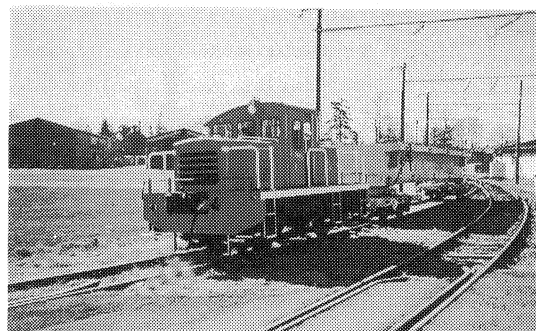


写真-2 桁横取り架設状況

4. おわりに

プレキャストPRC桁を採用した新形式鉄道高架橋について曲げねじりおよび水平曲げ試験を行い、所要の耐力を有することを確認し、その変形、ひび割れ状態についても有用な情報を得た。また試験架設により、相当の省人化、急速施工を行うことができる見通しが得られた。今後、実車走行試験を行う予定にしており、環境性についても報告する予定である。

5. 参考文献

- 1) 松本信之：壊れにくく・揺れにくい高架橋を今後の目標に、コンクリート工学, vol33, No.11, p37, 1995.11
- 2) 松本、曾我部、河村、鎌野：新形式高架橋の開発, 第8回PCシンポジウム論文集, p209~p213, 1998.10
- 3) (財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 (コンクリート構造物) 1992.10