

(124) 横桁連結工法を用いた既設PC桁の連結後挙動確認実験

阪神高速道路公団 保全施設部 林 秀侃
 阪神高速道路公団 保全施設部 川村 勝
 (株)日本ピーエス 大阪支店 寺口 秀明
 ピーシー橋梁(株) 大阪支店 ○ 城代 和行

1. はじめに

阪神高速道路公団では、環境改善および伸縮継手の維持管理を軽減することを目的として、ノージョイント化に対する工法の開発を進めている。しかし、橋長25m以上のPC桁については、既存の連結工法では大規模な補修工事を伴うことから、都市内での適用は困難であると考えられてきた。そこで、既設橋梁の端支点横桁どうしをPC鋼棒にて連結する工法(以下横桁連結工法と略称する。)を選定し、実用に向けて検討を行っている。横桁連結工法は、活荷重による主桁の変位が横桁に伝達される間接的な連結工法であるため、主桁と横桁との境界条件が重要な要素となる。そこで、別途、境界条件に関する基礎的実験を行い、FEM解析により連結後の目地部挙動を解析した。本実験は、試験体の静荷重載荷結果と、FEM解析値との比較を行うことにより、連結後の部材の挙動を定量的に把握することを目的として行った。

2. 実験概要

2.1 試験体

実験に用いた試験体寸法を図-1に表す。寸法は、阪神高速道路において、昭和40年前後に竣工した、橋長25m程度のポステンT桁橋を参考に、実橋の約1/2スケールに設定した。

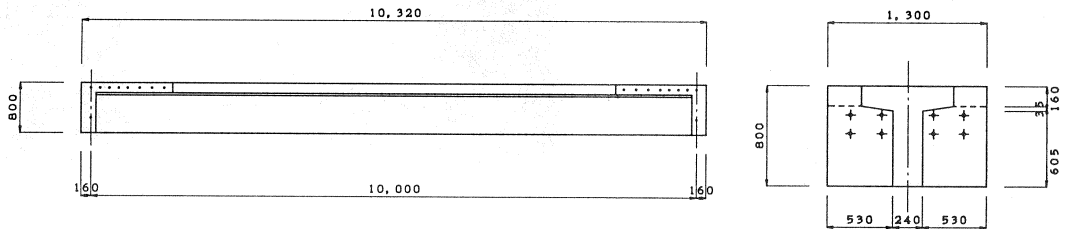


図-1 試験体寸法

2.2 実験内容

実験は、3体の試験体を用いて行った。それぞれの実験内容について、表-1に表す。また、実験は、図-2に示す手順で行った。載荷については油圧ジャッキで行い、荷重はロードセルにより管理した。

表-1 実験内容

実験番号		実験内容
実験1	実験1-1	単純桁の載荷による主桁性状の確認
実験2 (連結効果の確認)	実験2-1	連結鋼棒緊張力 1tf (グラウト無し)
	実験2-2	連結鋼棒緊張力 10tf (グラウト無し)
	実験2-3	連結鋼棒緊張力 5tf (グラウト無し)
	実験2-4	連結鋼棒緊張力 5tf (グラウト有り)
	実験2-5	連結鋼棒緊張力 10tf (グラウト有り)
実験3	実験3-1	終局荷重載荷時の主桁・横桁性状確認

ここで、終局荷重載荷試験以外での最大載荷荷重は、阪神高速道路公団により実施した過積載車両通行の実態調査結果を踏まえて検討した結果、B活荷重全載荷時に相当する $P=14.0\text{tf}$ とした。

3. 実験結果と考察

3.1 FEM解析

構造モデルは、連結部近傍のみをソリッド要素により立体的に再現し、他の部分は棒部材によりモデル化した。(図-3)主桁と横桁および目地遊間部モルタルと各部材の間には、二重節点(GAP要素)を設定した。ここで、主桁と横桁との間に設定したGAP要素は、一定以上の応力が作用した時点でズレを起こすように評価した。また、目地遊間部モルタルと他部材との間に設定したGAP要素は、引張力に抵抗しないように評価した。連結鋼棒については線部材として評価し、引張力に抵抗できるものとした。また、プレストレス力は外力として部材に作用させた。

3.2 実験結果

3.2.1 載荷荷重とたわみ量

連結プレストレス量の変化による、主桁たわみ量との関係を図-4, 図-5に示す。ここで、グラウトを行わない場合、連結鋼棒のプレストレス量の変化による、主桁たわみ量への影響はほとんど認められない。また、載荷側主桁スパン中央と反対側主桁スパン中央ともに、同じ傾向を示している。一方、グラウト有りの場合は、載荷側スパン中央の値でプレストレス量の変化による主桁たわみ量の差は見られないが、反対側スパン中央の主桁たわみ量は、プレストレス量を増やした方が大きくなる。従って、プレストレス量を増やすと、連結効果を上げることができると思われる。図-6に試験桁を完全な連続梁として求めた設計値と、試験結果との比較をまとめる。設計値と実験結果を比較すれば、載荷側スパン中央の主桁たわみ量は、設計値に比べて大きくなる。反対側のスパン中央では実験値の方が計算値よりも主桁たわみ量が小さくなった。また、設計値と実験値との主桁たわみ量の差は、反対側スパンの方が顕著に認められる。これは、連結部の剛性が、目地部の開口及び主桁と横桁との相対変位等の要因に

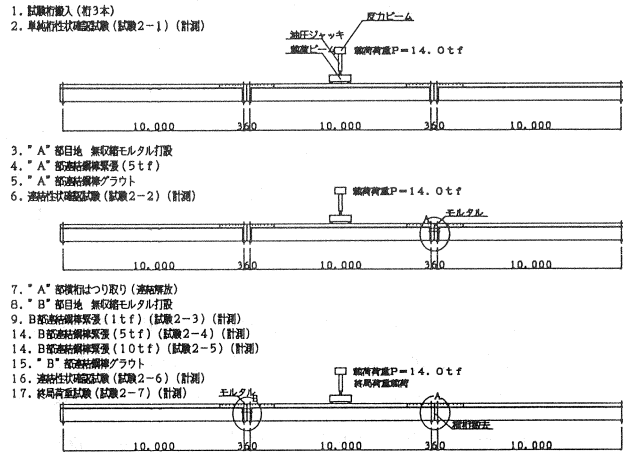


図-2 試験手順

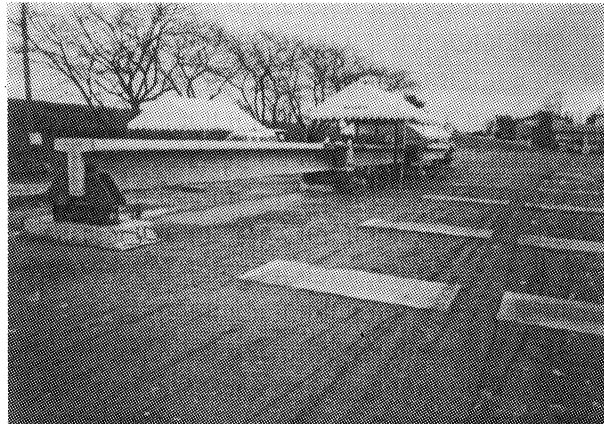


写真-1 載荷実験状況

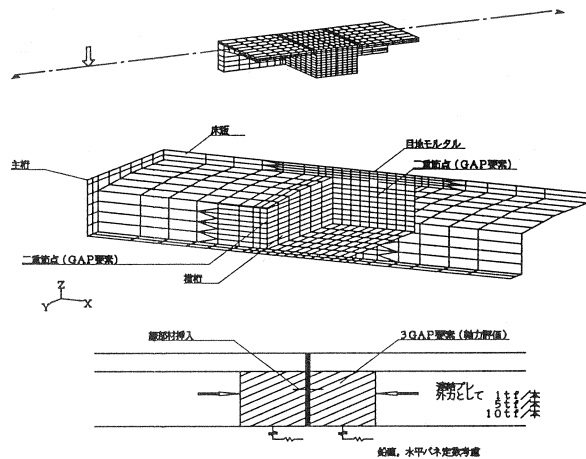


図-3 FEM解析モデル

より低下したと考えられ、横桁連結による完全な連結桁としての挙動は期待できないと考えられる。

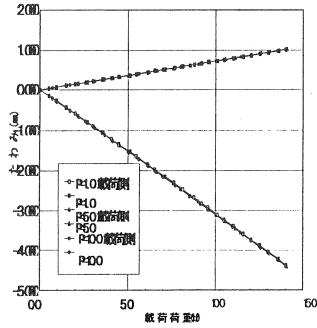


図-4 連結プレストレス量と
主桁たわみ量(グラウト無し)

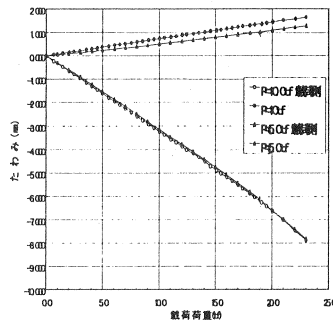


図-5 連結プレストレス量と
主桁たわみ量(グラウト有り)

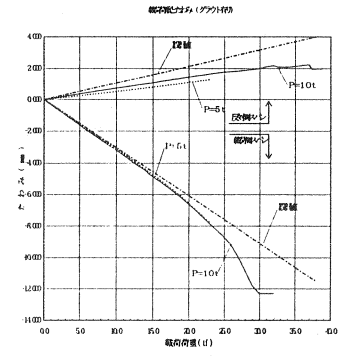


図-6 載荷荷重と主桁たわみ量

3. 2. 2 主桁と横桁の相対変位

連結鋼棒プレストレス力を $P=5.0\text{tf}$, $P=10.0\text{tf}$ として、グラウトを行った場合の荷重と変位との関係を図-7に示す。ここで、連結鋼棒プレストレス力の差による、主桁と横桁の相対変位量に大きな差は認められない。相対変位は初期荷重載荷より発生し、その傾きは直線的に増加する。また、変位量は除荷に伴い減少し完全に荷重を取り除くとほぼ0にもどる。したがって、発生した変位はすべて弾性範囲内の変位と考えらる。

3. 2. 3 連結部の目地部開口量

荷重載荷時の連結目地部開口量の測定結果のうち、鋼棒導入力を $P=10\text{tf}$ とした場合の結果を図-8に示す。ここで、連結鋼棒にグラウトを行わない場合とグラウトを行った場合とを比較すると、開口量の最大値、及び荷重-開口量曲線の勾配に大きな差は認められなかった。

開口量とプレストレス量の関係について図-9に示す。連結目地部上縁に生じた開口量の最大値は、すべての場合

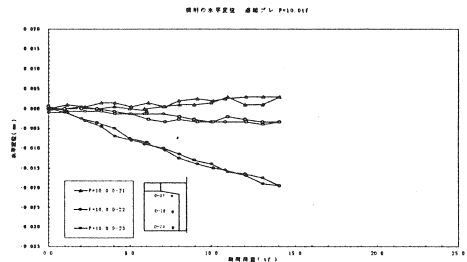
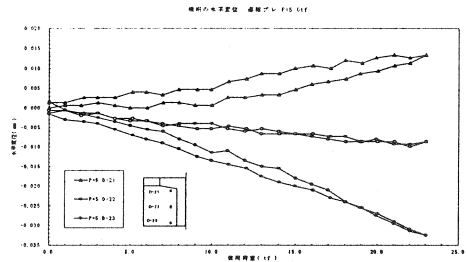


図-7 主桁と横桁の相対変位

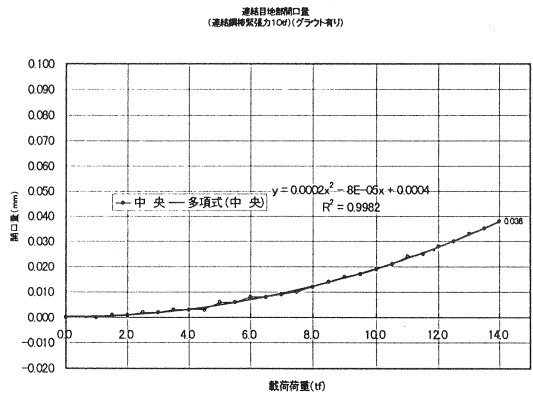
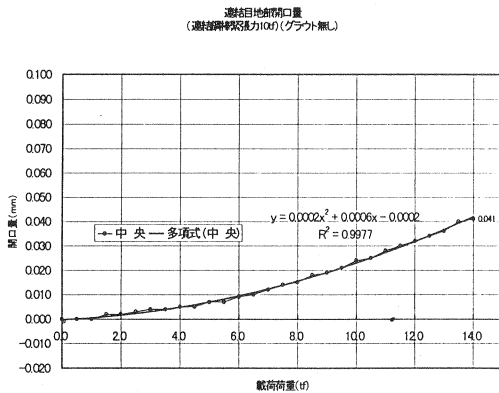


図-8 載荷荷重と目地部開口量

においてFEM解析値を下回る結果となった。また、最大載荷荷重時での連結目地部上縁開口量を連結鋼棒の導入緊張力別に比較すると大きな差は認めらず、解析値では2次曲線的な変化を示すのに対して、実験値は直線的な関係となった。これは、GAP要素の設定において、変位量が大きく設定されているためであると考えられる。

3. 2. 4 連結部のひびわれ・破壊形態

写真-2, 3に、終局荷重載荷後の連結部の破壊状況を示す。連結部の破壊は、以下の順序で起こった。

- (1) 載荷荷重 $P = 28 \text{ tf}$ で、目地部側面に鉛直ひび割れが発生。
- (2) 載荷荷重 $P = 33 \text{ tf}$ で、鉛直ひび割れが連結PC鋼棒位置まで達し、横げたが鋼棒位置を固定とした片持ちばり状態となり、水平方向にひび割れが発生した。
- (3) 載荷荷重 $P = 38 \text{ tf}$ で、反対側横桁部に水平ひび割れが発生した。また、主桁・横桁間にズレの発生が認められた。

4. まとめ

横桁連結工法を用いた連結後挙動確認実験結果を以下にまとめる。

(1) たわみ量

連結鋼棒のプレストレス量を変化させても、載荷側の主桁たわみ量の変動は僅かであった。また、連結鋼棒へのグラウトの有無も、載荷側の主桁たわみ量への影響は少ないと思われる。

(2) 主桁と横桁の相対変位

主桁と横桁の相対変位は、すべて弾性域での挙動であり、ズレは生じていないと考えられる。

(3) 目地部開口量

主桁と横桁の相対変位が弾性域の挙動であったため、開口量は、解析で想定した値よりも小さくなった。また、実橋レベルに換算した場合、開口量は0.1mm程度と推定される。

(4) 破壊形態

最大載荷荷重の2倍以上の荷重について、著しい損傷は見られなかった。また最大荷重の3倍程度まで極端な破壊は起こらず、実橋において点検すべきポイントを確認できた。

今後の課題としては、連結部の耐久性について検証を行い、横桁連結工法を用いて連結化を行う場合の設計手法についてまとめる必要がある。なお、本実験は、阪神高速道路公団「コンクリートの耐久性に関する調査研究委員会」の業務の一貫で行われたものであり、同委員会各位には多大なご指導を頂いた。ここに記して謹んで謝意を表します。

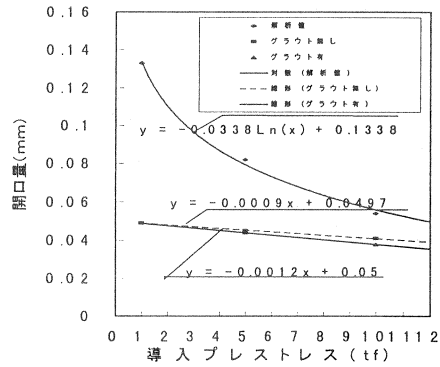


図-9 導入プレストレスと目地部開口量

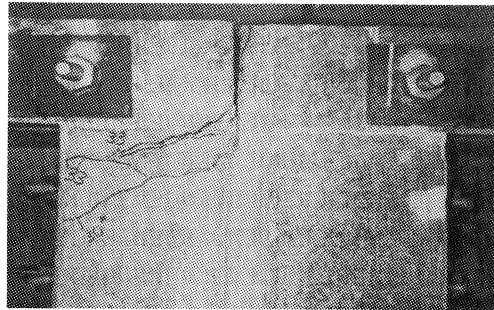


写真-2 連結部破壊状況(山側)

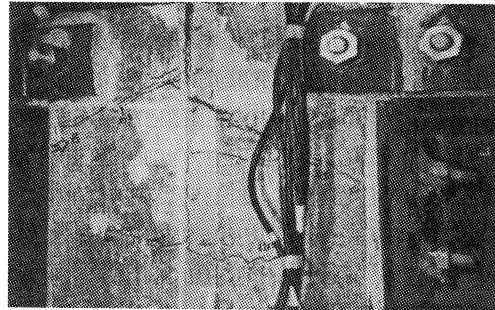


写真-3 連結部破壊状況(川側)