

報 告

[1125] プレキャスト版を用いて鋼橋の床版を打替える工法におけるスラブ止めの実験研究

正会員○宅間善三郎（オリエンタルコンクリート）

今井 昌文（オリエンタルコンクリート）

正会員 檜貝 勇（山梨大学工学部土木工学科）

1. まえがき

鋼道路橋の鉄筋コンクリート床版においてひびわれや陥没などの劣化損傷が顕著になり始めて20年以上が過ぎた。その間、関係各機関で種々の調査、検討が実施され、その結果新設の橋梁に対しては、諸対策が基準化されるに至っている。

一方、劣化損傷したコンクリート床版に対しては、その損傷の状況に応じて鋼板接着、増桁、増厚等の補修、補強による延命策が取られてきたが、決定的なものではなく、最近では、抜本的な対策として、全面打ち替えによる改修を行う事例が増加して来ている。そして、それらは工期短縮と品質確保の面から、プレキャストコンクリート版（以下プレキャスト版と言う）を用いる工法が多く採用されている。

筆者らは、床版打ち替え工事のうち、非合成桁の床版をプレキャスト版を用いて打ち替える場合の床版と鋼桁との一結合方法として、鋼桁上フランジに結合のための新たな溶接や穴開けを行ったり、プレキャスト版に箱抜き等の大きな欠損部分を設けたりせず、鋼桁上フランジの断面変化や添接板等の不陸に容易に対応出来る工法について、その基礎的実験を行ったのでここに報告する。

2. プレキャスト版の結合方法

一般に、プレキャスト版を用いた床版打替え工事では、施工に際し以下の条件が要求される。

- 1) 現橋幅員内での交通処理が行えるように、片車線毎の分割施工が行えること。
- 2) 交通規制の期間が短いこと。
- 3) 交通規制幅員内で工事を行うため、架設したプレキャスト版上に重機等を乗り入れ、次の架設が行えること。
- 4) 鋼桁上フランジの断面変化や添接板等の不陸に容易に対応できること。

これ等の事柄を考慮して考案した、プレキャスト版と鋼桁との結合工法は、写真-1および、図-1に示す構造で、プレキャスト版の位置を所定の高さに保持する高さ調整具と、鋼桁とプレキャスト版とを結合するスラブ止め具とにより構成されている。（この工法を以下“プレキャスト工法”という。）

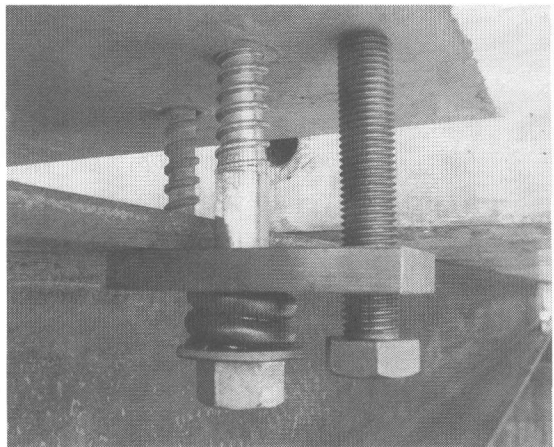


写真-1 結合装置

この工法に用いているインサート、高さ調整ボルト、締付けボルト、およびコイルバネは鉄道のPCマクラギの締結装置に用いられているものと同一である。

プレキャスト工法の架設手順は、概略次の通りである。

- 1) 既設床版を撤去後、鋼桁上フランジのケレンを行いプレキャスト版を乗せる。
- 2) 高さ調整ボルトにより不陸の調整を行い、スラブ止めにより鋼桁にプレキャスト版を仮止めする。
- 3) 橋軸方向にプレストレスを導入して、一体化した床版とする。
- 4) スラブ止めを利用して型枠を取付け、鋼桁とコンクリート床版との間に無収縮モルタルを充填する。
- 5) 無収縮モルタルが所定の強度に達した後、締付けボルトを締付けて鋼桁とコンクリート床版を結合する。

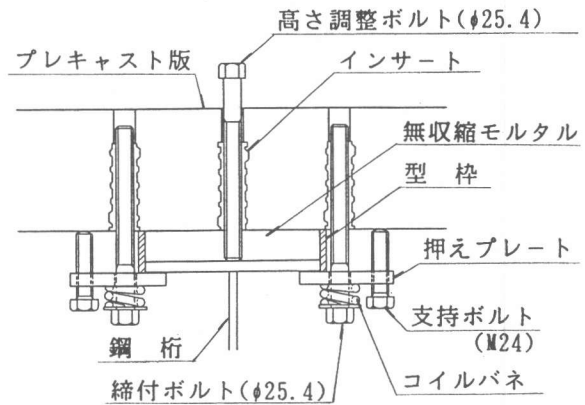


図-1 結合方法

実験の場合も、上記の施工手順に極力準じるように配慮して供試体を製作した。なお、本工法は鉄筋コンクリート床版に比べ床版厚を薄く出来るプレストレスコンクリート版を用い、さらに、ハンチを設けない平板構造とする事により路面高さを変更する事なしに床版打替が行える工法である。

3. 実験項目と実験方法

今回の実験は以下の3項目について調べた。

- 1) プレキャスト版と鋼桁間のモルタル厚さと、スラブ止めの耐力との関係。(以下“実験シリーズA”という)
- 2) 在来の場所打ち鉄筋コンクリート床版のズレ止め抵抗力と、プレキャスト工法のズレ止め抵抗力との比較。(以下“実験シリーズB”という)
- 3) 在来の場所打ち鉄筋コンクリート床版(以下“場所打工法”という)の曲げに対する抵抗力と、プレキャスト工法の曲げに対する抵抗力との比較。(以下“実験シリーズC”という)

実験シリーズAでは、図-2に示すように、プレキャスト版上に鋼桁を結合し、プレキャスト版を固定して鋼桁を引上げ

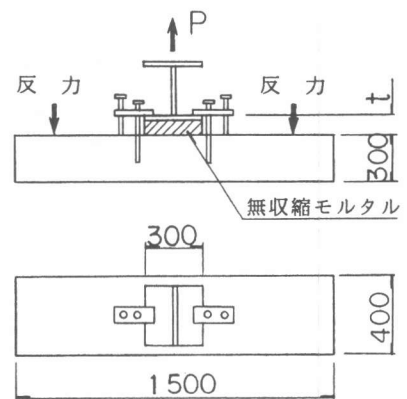


図-2 実験シリーズA

表-1 実験シリーズAの供試体種類

供試体名	種別	コンクリート強度	高さ(t)
A-30	プレキャスト工法	500 kg/cm ²	30 mm
A-60	プレキャスト工法	500	60
A-90	プレキャスト工法	500	90

る方法で、プレキャスト版と鋼桁とのひらき量や、プレート、ボルト類のひずみ量の測定を行うとともに、結合部周辺のコンクリートの状況も観察した。供試体数は表-1に示す3種類で、各3体ずつ計9体である。荷重は、各種類とも1体については終局荷重まで順次荷重を増加させる方法で、残りの各1体については繰返し荷重を行った。

実験シリーズBでは、図-3に示すように鋼桁上にプレキャスト版および場所打ちコンクリート版を結合し、コンクリート版を押して、鋼桁とコンクリート版とのずれ量を測定した。供試体数は、表-2に示す3種類で各2体ずつ計6体である。

荷重は、各種類とも1体については1方向からの荷重を行い、残り各1体は左右両方向より交互に繰返し荷重を行った。その際の荷重制御は、ずれが生じるまでは荷重で制御し、ずれが生じてからはずれ量で制御した。

実験シリーズCでは、図-4に示すように鋼桁上にプレキャスト版および場所打ちコンクリート版を張出した状態で結合してその先端に荷重し、結合部に作用する曲げモーメントにより生ずるコンクリート版と鋼桁との開き量を測定するとともに、充填モルタルの状態を観察した。供試体数は表-3に示す3種類で、各2体ずつ計6体である。なお、プレキャスト工法については実験シリーズAと同様にプレートやボルト類のひずみ量の測定も行った。荷重は、実験シリーズAと同様である。

各実験シリーズに使用したプレキャスト版はプレストレストコンクリートを想定して、コンクリートの設計基準強度 $\sigma_{ck} = 500 \text{ kg f/cm}^2$ とし、場所打ちコンクリート版は $\sigma_{ck} = 240 \text{ kg f/cm}^2$ とした。

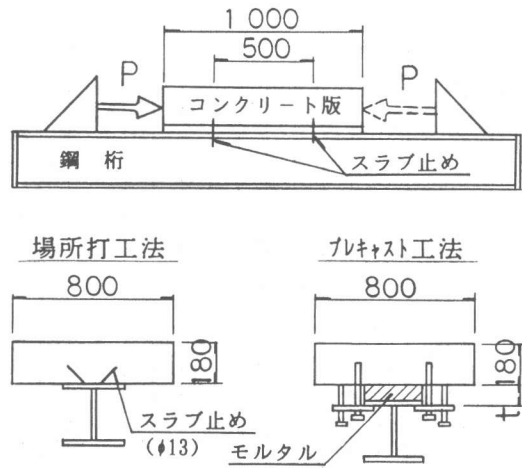


図-3 実験シリーズB

表-2 実験シリーズBの供試体種類

供試体名	種別	コンクリート強度	高さ(t)
B-0	場所打工法	240 kg/cm ²	0 mm
B-30	プレキャスト工法	500	30
B-90	プレキャスト工法	500	90

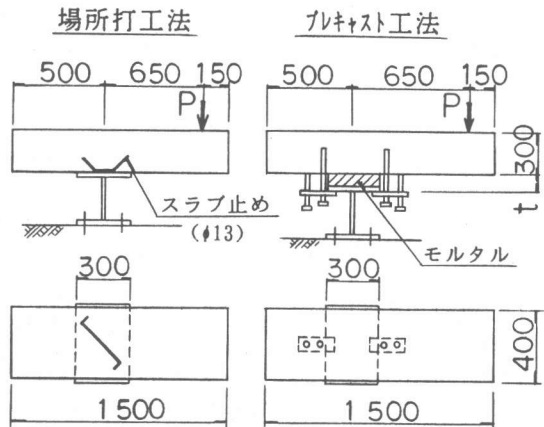


図-4 実験シリーズC

表-3 実験シリーズCの供試体種類

供試体名	種別	コンクリート強度	高さ(t)
C-0	場所打工法	240 kg/cm ²	0 mm
C-30	プレキャスト工法	500	30
C-90	プレキャスト工法	500	90

また、充填した無収縮モルタルは $\sigma_{ck} = 500 \text{ kg f/cm}^2$ とした。実験時の強度はそれぞれ $\sigma_c = 609 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\sigma_c = 330 \text{ kg/cm}^2$ および $\sigma_c = 526 \text{ kg/cm}^2$ であった。

実験シリーズBおよび実験シリーズCの場所打工法のスラブ止めは $\phi 13\text{mm}$ 鉄筋で、道路橋示方書に規定されている形状である。プレキャスト版と鋼桁との結合状況は図-5に示す通りである。また、各実験とも、締付ボルトの締付力は約3 tonとした。この配置での力の釣合は、締付ボルトの軸力3

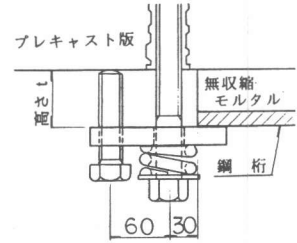


図-5 結合装置の詳細

tonに対し、支持ボルトの軸力1 ton、鋼桁縁端の反力（結合力）2tonの割合となる。なお、押えプレート（鋼板）の寸法は $140 \times 70 \times 19\text{mm}$ と $140 \times 70 \times 32\text{mm}$ の2種類である。

4. 実験結果および検討

① 実験シリーズA

押えプレートの厚さが19mmの供試体は、それぞれ載荷荷重11ton ~ 12 ton でプレートが変形した。図-6は押えプレート厚19mmの場合の、図-7は押えプレート厚32mmの場合の繰返し載荷試験時における鋼桁とプレキャスト版とのひらき量である。この両者を比較すると、プレート厚が薄い場合はモルタル層が厚くなるほど、版と桁とのひらき量は急激に大きくなるが、プレート厚が厚くなればその差は小さくなることが分かる。同時に行ったひずみ測定では、19mmのプレートは5 ~ 6tonで既に降伏していた。この結果から、押えプレートの変形の影響はモルタルが厚くなればなるほど大きくなり、従って、押えプレートは荷重（この場合は版に働く上揚力）によって降伏することのない厚さとする必要があると思われる。

なお、インサートおよび支持ボルト周辺のコンクリートは、荷重11tonで0.2 mm程度のクラックが1 ~ 2本発生したが、その他の変状は見られなかった。

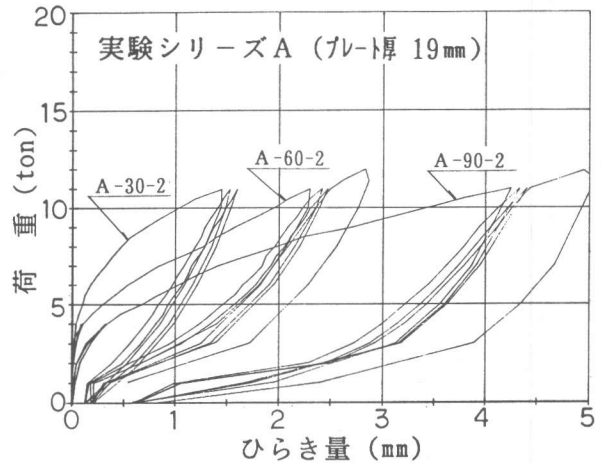


図-6 荷重とひらき量の関係

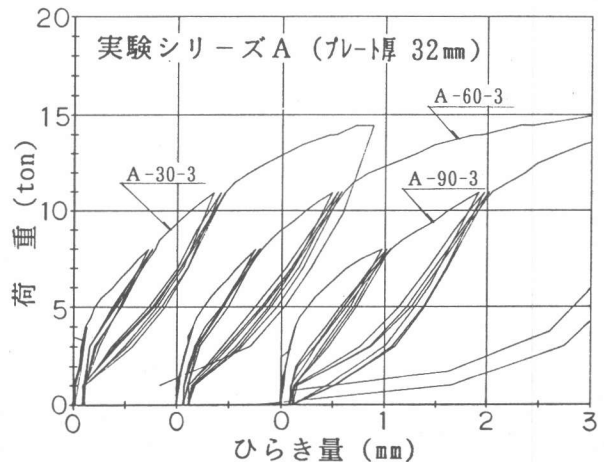


図-7 荷重とひらき量の関係

② 実験シリーズB

図-8、図-9に実験結果を示す。場所打工法の場合は、一方向よりの载荷（供試体名B-0-1）では荷重10ton～15tonの間でずれ始め、15ton時で0.6mm、16.5ton時で1.0mmとなり、ずれ量が2mm以上ではほぼ一定荷重の18ton～19tonとなっている。また、繰返し载荷（供試体名

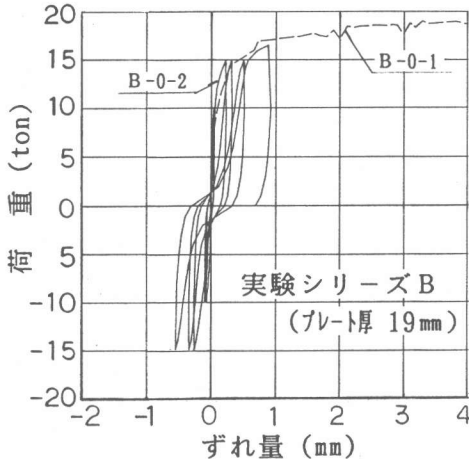


図-8 荷重とずれ量の関係

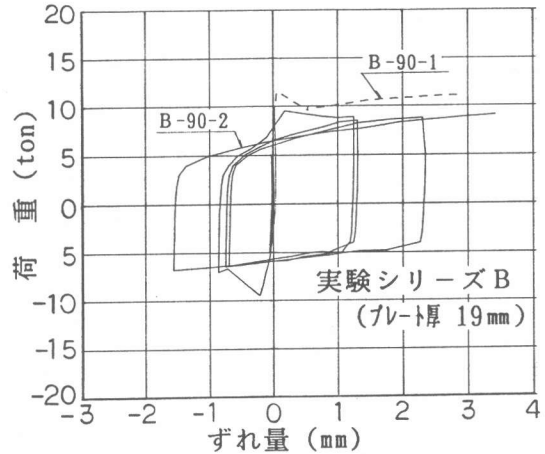


図-9 荷重とずれ量の関係

B-0-2)では荷重5ton、10ton左右各3回までほとんどずれを生じていないが、やはり10ton～15tonの間でずれ始め、荷重15ton時では载荷を繰返す毎にずれ量が増大する。しかし、ずれ量増大の軌跡は一方向载荷とほぼ同じであり、繰返しによる荷重低下は認められない。

これに対して、プレキャスト工法の一方向载荷（供試体名B-90-1）では荷重11.5ton時に付着切れによるずれを生じ、荷重が一旦10tonまで低下した後、ずれ量の増加とともにふたたび荷重が上がり、ずれ量3mm以上ではほぼ一定値11.5tonとなり、場所打工法の試験結果に比較して荷重値が低い。また、繰返し载荷（供試体名B-90-2）では、荷重5ton左右各3回と10ton左側1回の载荷まではずれを生じていないが、右側からの载荷9ton時に付着切れによるずれが生じ荷重は7tonまで低下した。以後の繰返しでは荷重4ton～5tonでずれ始め、7ton～8tonで一定値となっており、繰返しによる荷重低下が認められ、荷重値も場所打工法に比べ低い結果となっている。モルタル厚さが30mmの場合もずれ出し後の荷重はほぼ同様の結果であった。

一方、実橋での施工を想定してスラブ止め鉄筋の鋼桁との溶接部分を残した状態で、プレキャスト版を乗せモルタルを充填した供試体（供試体名B-90-3）で上記と同様の実験を追試として行った結果が図-10である。ずれ始めた荷重は14tonであり、繰返し载荷によるずれ量は場所打工法に比べやや大きい

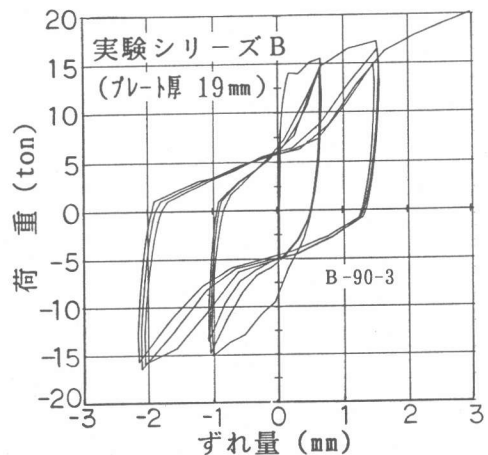


図-10 荷重とずれ量の関係

ものの、荷重低下は認められず、場所打工法のずれ性状に極めて近くなっている。実際の橋梁においては、さらに上フランジ厚の変化や添接板等による突起が多くあるので、場所打工法、プレキャスト工法ともにずれ量はさらに小さくなるものとおもわれる。

③ 実験シリーズC

この実験では繰返し荷重による影響はほとんど認められなかった。図-11に場所打工

法の繰返し荷重（供試体名C-0-2）とプレキャスト工法の繰返し荷重（供試体名C-90-2）の鋼桁中心位置での鋼桁とコンクリート版とのひらき量を示す。場所打工法では0.6ton3回の繰返しまでは除荷後ほぼ0に戻っているが、それ以後はひらき量は大きくなり、1.8ton以後荷重はほとんど増加していない。これに対し、プレキャスト工法では1.2ton3回の繰返しまでは除荷後完全に0に戻り、その後の荷重に対してもほぼ0近くまで戻っている。鋼桁とプレキャスト版とのひらき量が1.0 mmとなる時の荷重は、場所打工法の場合1.6tonであったのに対し、プレキャスト工法は3.6ton（供試体C-30-2では4.2ton）であり、少なくともプレキャスト工法の曲げに対する抵抗力は場所打工法に劣らないと言えよう。なお、プレキャスト工法の充填モルタルには変状は生じていなかった。

5. 結論

本実験の結果の範囲では次のことが言えると思われる。

- ① 実験の対象とした結合方法の場合、押えのプレートに降伏が生じないようにすれば、床版下面と鋼桁上フランジ上面との間にモルタルを充填した場合でも、少なくとも90mm程度までは、モルタルの厚さに関係なくほぼ同じ状態を示す。
- ② 場所打工法の終局曲げ耐力（1.8ton）に相当する荷重以前に押えプレートが降伏しないよう部材設計を行えば、プレキャスト工法は在来の場所打工法とほぼ同じ機能を有すると評価出来るよう。因みに、このような考え方で押えプレート厚を求めると、プレート厚は21mmとなる。
- ③ 上揚力に対し、在来の場所打ち工法のスラブ止めと同等若しくはそれ以上の耐力を有する。
- ④ すべりに対しては、鋼桁上面に溶接された既設のスラブ止めの一部を利用することにより、在来の場所打工法のスラブ止めと同程度の耐力を期待することが出来る。

鋼橋の損傷を受けた鉄筋コンクリート床版をプレキャストコンクリート版で打ち替える際の、桁と版との一結合方法について基礎的な検討を行った。今後引き続き、桁モデルおよび床版モデルによる安全性（疲労も含め）の検討、充填モルタルの衝撃力に対する安全性の検討などを実施する予定である。

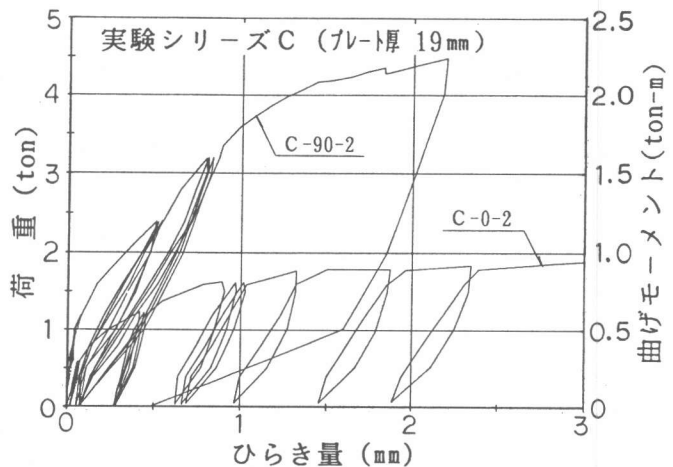


図-11 荷重とひらき量の関係