

報告

[1164] 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（オリエンタル建設 本社技術部）

今井 昌文（オリエンタル建設 技術研究所）

正会員 檜貝 勇（山梨大学工学部土木環境工学科）

1. まえがき

劣化・損傷を受けた鋼道路橋の鉄筋コンクリート床版に対する抜本的改善策として、全面打ち替えを行う事例が急増している。筆者らは、このような場合に対応するため、プレキャストPC床版（以下プレキャスト版という）と機械的結合装置（以下スラブ止めという）を用いた非合成鋼道路橋床版の打替え工法を考案し、スラブ止めに関する基礎的実験の結果を第11回大会で発表した。本文は、この基礎実験の概略を紹介したうえで、この基礎実験を発展させて継続実施した、桁モデルによる研究成果についての報告である。

2. プレキャスト版の結合方法

検討した結合方法は、図-1に示す構造で、施工時に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ボルトと、プレキャスト版と鋼桁とを結合する締付ボルト、押えプレート、支持ボルト等から成るスラブ止めとにより構成されている。

この工法の施工手順は、概略次の通りである。

- ① 高さ調整ボルトにより所定の高さにプレキャスト版を敷設する。
- ② 横目地の施工をして橋軸方向にプレストレスを導入し、一体の床版とする。
- ③ スラブ止めの押えプレートを利用して形枠を取付け、床版と鋼桁との間に無収縮モルタルを充填する。
- ④ モルタルが所定の強度に達した後、締付ボルトを締付けて床版と鋼桁とを結合する。

この工法は、高さ調整部分、スラブ止め部分ともボルトを使用しているので、鋼桁上フランジの断面変化や、添接板等による不陸に容易に対応できる点に特徴がある。（以下この工法を“プレキャスト工法”という）

3. 実験概要

本実験は、プレキャスト工法と、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）とを、諸性状について比較したものである。なお、以下の3シリーズの実験の詳細については、既報告<sup>(文庫1)</sup>を参照されたい。

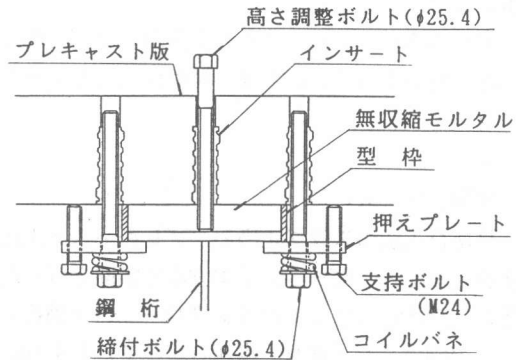


図-1 結合方法

① 実験シリーズA

プレキャスト版の設置高さ（高さ調整モルタル厚さ）と、スラブ止めの結合効果との関係について、設置高さ3タイプ（ $t=30\text{mm}$ 、 $60\text{mm}$ 、 $90\text{mm}$ ）について、図-2に示す方法で実験を行った。実験の結果、プレキャスト工法のスラブ止めの結合効果は、押えプレートの変形に起因して設置高さが高くなる程劣っているのであるが、上揚力（ $P$ ）に対して、押えプレートが降伏しないようにすれば、プレキャスト版の設置高さが $90\text{mm}$ 程度までは、その結合効果に顕著な差はなかった。

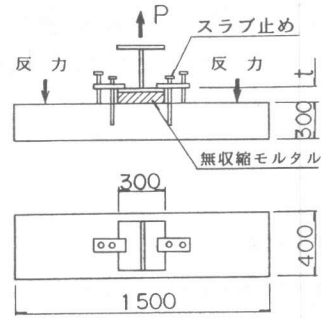


図-2 実験シリーズA

② 実験シリーズB

場所打工法のスラブ止めとプレキャスト工法のスラブ止めとのずれに対する抵抗力の比較をするために、鋼桁上にコンクリート版を結合し、コンクリート版を水平方向に押してずれ量を測定した。

実験の結果、プレキャスト工法のスラブ止めは鋼桁上に溶接された既設のスラブ止め鉄筋の一部を利用することにより、場所打工法のスラブ止めと同程度の耐力を期待できることが分かった。

③ 実験シリーズC

場所打工法のスラブ止めと、プレキャスト工法のスラブ止めとの、曲げに対する抵抗力を比較するため、図-3に示す方法で実験を行った。図-4に、場所打工法とプレキャスト工法の、鋼桁中心位置でのコンクリート版を鋼桁とのひらき量を示した。

この図で分かる通り、場所打工法では $1.8\text{ ton}$ 程度で荷重が頭打ちになり、変形の復元性も小さいが、プレキャスト工法は、締付力の効果により復元性がよく、曲げ作用に対する抵抗力は、場所打工法より著しく大であった。

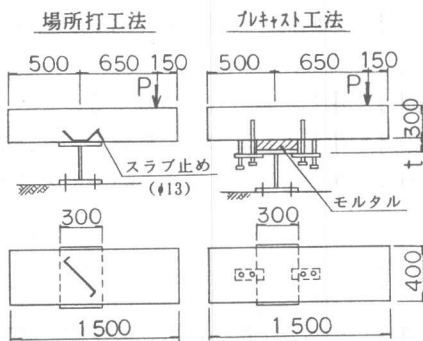


図-3 実験シリーズC

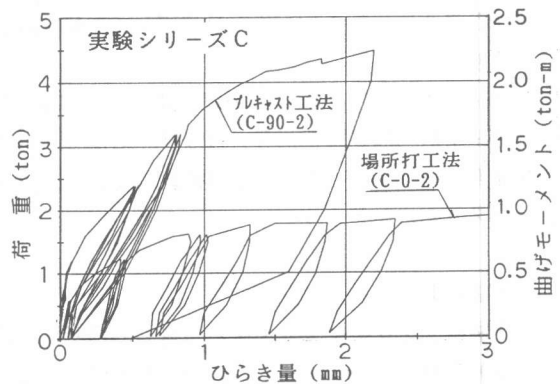


図-4 荷重とひらき量の関係

#### ④ 実験シリーズD

今回はシリーズDとして、桁モデル供試体について静的繰返し载荷を行い、プレキャスト工法と場所打工法のスラブ止めの接合面に発生する水平せん断力に対する抵抗力（結合効果）についての比較を行った。実験は、図-5に示す方法でスラブと鋼桁とのずれ量、たわみ量、ひずみ分布の測定を行った。供試体数は場所打工法、プレキャスト工法とも各2体ずつ計4体である。実験時のコンクリート圧縮強度は両工法ともに $\sigma = 29.6 \text{ kg/cm}^2$ 、プレキャスト工法の充填モルタルの圧縮強度は $\sigma = 35.6 \text{ kg/cm}^2$ であった。また、場所打工法のスラブ止めは $\phi 13 \text{ mm}$ 鉄筋、プレキャスト工法のスラブ止めの鋼桁縁端と締付ボルトとの間隔は $30 \text{ mm}$ 、締付ボルトと支持ボルトとの間隔は $60 \text{ mm}$ 、締付ボルトの締付力は約 $3 \text{ ton}$ で、前回の実験と同じとした。押えプレートの寸法は $140 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$ で、厚さは前回の実験結果により $21 \text{ mm}$ とした。なお、プレキャスト工法の鋼桁上面は、実橋での施工を想定して、場所打工法に用いたものと同じスラブ止め鉄筋を溶接した後、溶接部分だけを残して立ち上がり部分の鉄筋は切断した。

ずれ量は、感度 $1000 \times 10^{-6} / \text{mm}$ の変位計を各断面（図-5の1~9）両側に配置し測定した。たわみ量の測定は感度 $500 \times 10^{-6} / \text{mm}$ の変位計を使用した。ひずみゲージは鋼桁部分にはゲージ長 $3 \text{ mm}$ の箔ゲージを、スラブ部分にはゲージ長 $60 \text{ mm}$ のポリエステルゲージを使用した。図-6にひずみゲージの配置を示す。

実験は両工法とも1体は荷重ステップ $1 \text{ ton}$ 刻みの単調増加により鋼桁の降伏荷重（ $42 \text{ ton}$ ）まで载荷を行い、残り1体はまずそれぞれ最高荷重を $5 \text{ ton}$ 、 $10 \text{ ton}$ 、 $20 \text{ ton}$ 、 $30 \text{ ton}$ 、（プレキャスト工法では $33 \text{ ton}$ ）として各3回ずつ、 $42 \text{ ton}$ で2回ずつの繰返し载荷を行った。その後スラブと鋼桁との付着が切れ、両者間に残留ずれ量が存在する状況下で再度同様な繰返し载荷を行った。

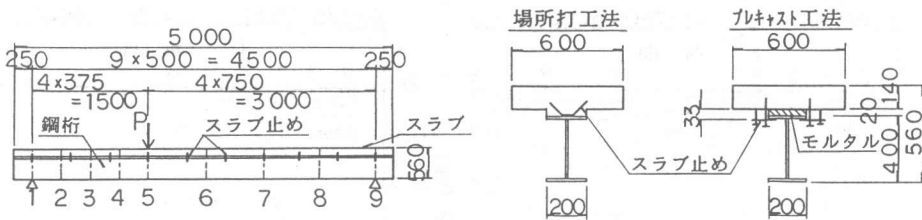


図-5 実験シリーズD

#### 4. 実験結果

##### ① ずれ量

図-7および図-8に、場所打工法（供試体 D-0-2）とプレキャスト工法（供試体 D-33-2）のずれ量最大の断面（短支間側 2断面）における、スラブと鋼桁とのずれ量をそれぞれ示す。繰返し载荷の包絡線Aで比較すると、場所打工法では载荷の初期段階よりずれ始め、荷重の増加に従ってずれ量も単調に増加している。長支間側についてもずれ量の絶対値は小さいが、傾向は

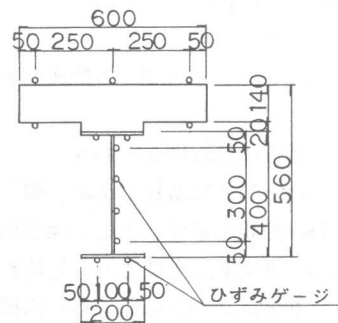


図-6 ひずみゲージ位置

ほぼ同じであった。これに対して、プレキャスト工法では、鋼桁と充填モルタルの付着が切れる以前のズレ量は、場所打工法の 8~10%と極めて小さい。図-8に見られるように、荷重 27tonおよび 33ton時に、付着切れによる明瞭なずれが生じているが、その後におけるずれ量も場所打工法の約80%以下の値に留まっている。

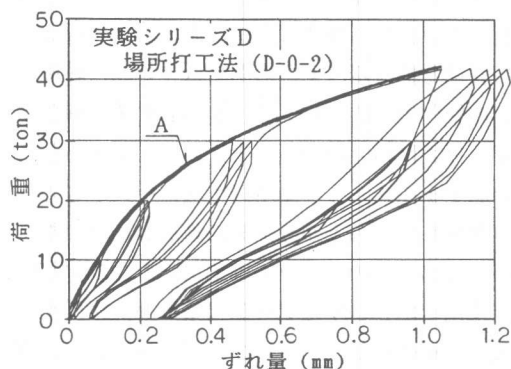


図-7 荷重とずれ量の関係 (断面-2)

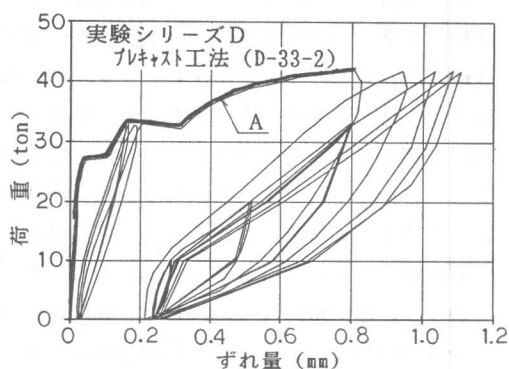


図-8 荷重とずれ量の関係 (断面-2)

長支間側の付着が切れた荷重は、42tonであった。各荷重時におけるずれ量が、場所打工法に比較して小さくなる傾向は、他のいずれの断面においても同様である。図-9および図-10に、場所打工法とプレキャスト工法の包絡線Aにおける各断面のずれ量を示す。

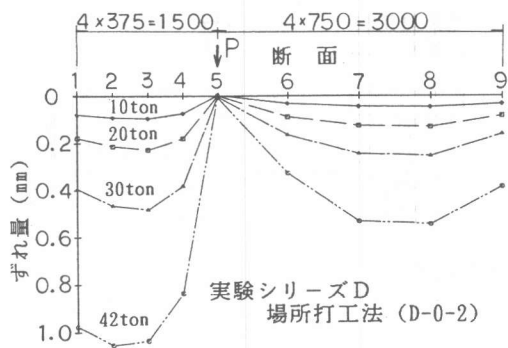


図-9 各断面のずれ量

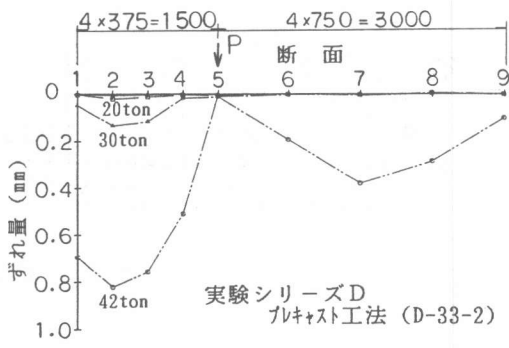


図-10 各断面のずれ量

## ② 載荷点におけるたわみ

図-11に場所打工法の、図-12にプレキャスト工法の、載荷点(断面5)における荷重-たわみ曲線を示す。また、図中の破線および鎖線は、スラブと桁を弾性合成と仮定し、弾性合成のバネ定数Cを変えた計算値を示す。<sup>(文獻2,3)</sup> 最大荷重 42tonは、鋼材ミルシートより、 $\sigma_{yy} = 3000\text{kg/cm}^2$ として求めた鋼桁降伏荷重である。鋼桁降伏前  $P = 30\text{ton}$ 位までは、ほぼ弾性挙動を示し除荷時の残留たわみも少なく、図に示すように場所打工法では  $C = 5000\text{kg/cm}^2$ に、

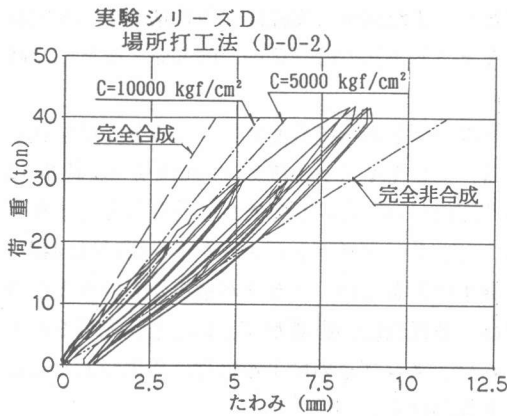


図-1 1 荷重-たわみ曲線 (載荷点)

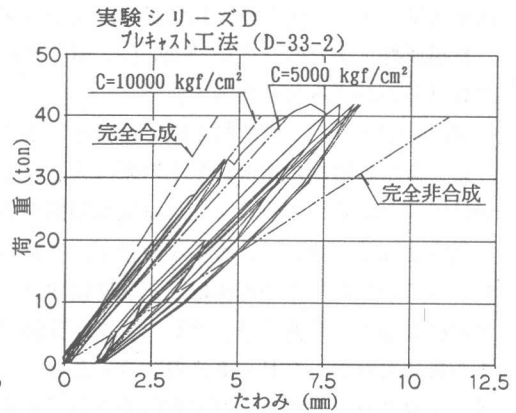


図-1 2 荷重-たわみ曲線 (載荷点)

プレキャスト工法では、 $C = 10000 \text{ kg/cm}^2$ にほぼ一致している。最大荷重載荷後は、両工法とも約1 mm程度の残留たわみがあるが、最大荷重を繰返し載荷した後も、残留たわみの増加は見られない。

③ ひずみ分布

図-13に場所打功法の、図-14にプレキャスト工法の断面3におけるひずみ分布を示す。

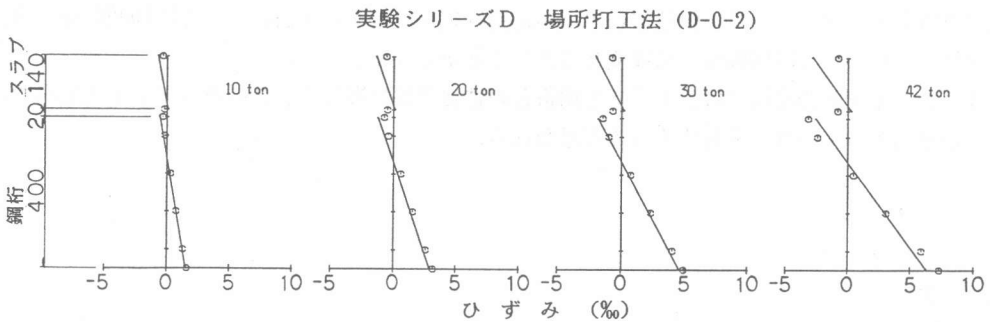


図-1 3 ひずみ分布図 (断面-3)

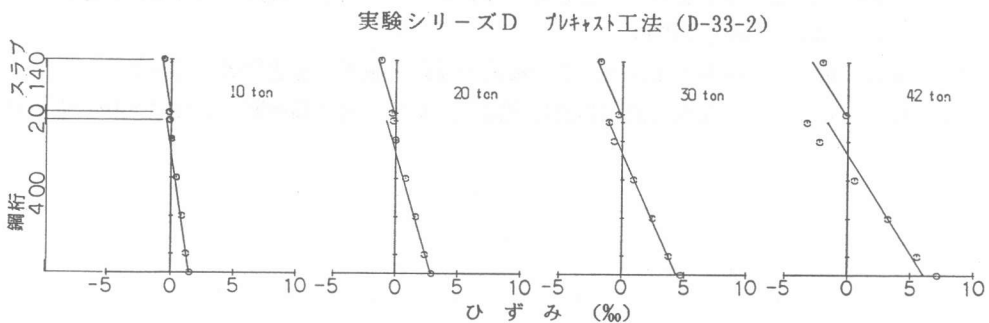


図-1 4 ひずみ分布図 (断面-3)

荷重ステップは、図-9、10に示したステップとし、また図中の実線は、弾性結合のバネ定数  $C$  を場所打功法では  $C = 5000 \text{ kg/cm}^2$ 、プレキャスト工法では  $C = 10000 \text{ kg/cm}^2$  とした時の計算上のひずみ分布を示す。

図に示すように、場所打功法では荷重初期よりスラブと鋼桁接合面で、ひずみ分布にずれが生じ、荷重の増加に比例してその差は大きくなる。プレキャスト工法では20ton から30ton にかけてずれはじめており、これは短支間側の各断面においても同じであり、①に示したずれ量の傾向と良く一致している。場所打功法においては、コンクリートひずみが上下縁ほぼ同程度となっているが、この理由は、試験時にずれの発生にともない、スラブが鋼桁から浮き上がる傾向にあるためであろう。プレキャスト工法では、乾燥収縮の影響が少ないこと、充填モルタルの付着力がコンクリートより大きいこと、さらに、スラブ止めによる締付け作用があること、等によりスラブの浮き上がりが防止されていると思われる。

## 5. 結 論

プレキャスト工法および場所打功法を用いた桁モデル供試体の載荷実験を行った結果、以下のような結論が得られた。

(1) プレキャスト工法における鋼桁とスラブのずれ量は、充填モルタルの付着切れが生ずる前の段階では、場所打功法に較べて極めて小さく、付着切れが生じた後でも、場所打功法における値の80%程度に留まっている。

(2) 載荷点断面でのたわみおよびひずみ分布は、桁とスラブが弾性結合されていると仮定して推定することができる。また、プレキャスト工法において充填モルタルの付着切れが生ずる荷重以下の範囲において、弾性結合のバネ定数はプレキャスト工法については  $10000 \text{ kg/cm}^2$ 、場所打功法については  $5000 \text{ kg/cm}^2$  程度と考えることができる。

(3) 本実験の範囲では、スラブと鋼桁との結合効果に関して、プレキャスト工法は場所打功法と同等以上の性能を有するものと思われる。

## 参考文献

- (1) 宅間善三郎、今井昌文、檜貝 勇、“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”コンクリート工学年次論文報告集第11巻第1号、pp 739 ~744、1989年
- (2) 中井 博、“プレキャスト床版合成桁の設計・施工”森北出版、1988年
- (3) 山本 稔、“不完全合成桁の曲げ理論”土木学会論文集第67号、pp. 1~10、昭和35年3月