

プレビームのプレファブ化に関する基礎的研究

BASIC RESEARCH ON SEGMENTAL PREFABRICATION METHOD FOR PREFLEXED BEAMS

渡辺 滉*

武田 芳久**

栗田 章光***

松井 繁之****

Hiroshi WATANABE, Yoshihisa TAKEDA, Akimitsu KURITA and Shigeyuki MATSUI

*技術部長 川田工業(株) 大阪支社(〒550 大阪市西区北堀江1-22-19)

**設計課長 川田工業(株) 大阪支社(〒550 大阪市西区北堀江1-22-19)

***工博 大阪工業大学助教授 工学部土木工学科(〒535 大阪市旭区大宮5-16-1)

****工博 大阪大学教授 工学部土木工学科(〒565 吹田市山田丘2-1)

In stead of the conventional fabrication method for the preflexed beams, the a fabrication method of prestressed concrete-encased steel beam is proposed herein. The purposes of the new method are to reduce the constructional periods and labor costs. Firstly, the outline of the new method in comparing with the conventional one is described. The results of the push-out and the bending tests using the prototype specimens are nextly reported with their considerations. Trost-Bazant method was applied to the analysis for long-term behaviors due to creep and shrinkage in concrete of the beam. The long-term test concerning them was also carried out in this study. Finally, the usefulness of this fabrication method and some remaining subjects, which are to be solved in the near future, are presented.

Key Words : prefabrication method, steel-concrete composite construction, bridges

1. まえがき

1967年以来今日まで、わが国において約450橋のプレフレックス・ビーム(プレビームと略記)橋が架設されてきた。プレビームはプレストレスされたコンクリート被覆鋼桁の一種である。この形式の合成橋梁の特長は、桁高が低いにも拘わらず、高い剛性を有している点にある。さらに、コンクリート系の橋梁と同じく、維持・管理費を低くおさえられることも本形式の橋梁の特長とされている。したがって、桁高制限が厳しい場合に、本形式の橋梁が多く採用されてきた。

周知のように、プレビームの下フランジコンクリートへのプレストレスの導入は、鋼桁の曲げ復元力を利用して行われる。鋼桁に曲げ変形を与えるための装置、すなわち、プレフレクション装置の組み立て、および解体には、かなりの日数と多大の労力を必要とする。もちろん、橋梁の規模に応じた同装置を用意せねばならない。さらに、近年における労働力事情の悪化が加わって、プレビームの製作における省力化が強く求められてきた。本研究の目的は、このような背景のもとで、プレフレクション装置を必要とせず、かつ、従来のプレビームと同等もしくは、それ以上の性能を有するプレファブビームを開発することにある。そこで、著者らは今日までのこの種の橋梁に関する多くの知見に基づいて、新しいプレビ

ームの製作工法を開発した。新しい工法(プレファブビーム工法)では、下フランジコンクリートはプレキャスト化され、かつ、ブロック化されている。

本論文では、まず、新しい工法の要点を従来の工法と比較して述べる。つぎに、ブロック化された下フランジコンクリート部と鋼桁との合成作用を確認するために実施した押し抜き試験結果とその考察について報告する。さらに、長さ6mの実物大の断面寸法をもつ供試体について行った曲げ試験結果を示す。この種の橋梁においては、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮によるプレストレスの損失と変形挙動が常に問題となる。そこで、本形式橋梁の製作順序に対応したクリープおよび乾燥収縮解析式をTrost-Bazant法により誘導するとともに、桁の長期測定を実施して解析値と実験値との比較・検討も行った。終わりに、プレファブビーム工法の有用性を総括し、さらに、近い将来において解決すべき2、3の検討事項について述べる。

2. 新しい工法の概要^{1)~4)}

図-1は、新しい工法による桁の製作順序を従来の工法と比較して示している。ここで、まず、従来の工法(プレビーム工法)について説明を行う。

このプレビーム工法は、図-1に示されているように、

いくつかの製作段階がある。

- (1) まず、はじめに I 型の鋼桁に所定のソリを与える。
- (2) 鋼桁に正の曲げモーメントを与えるために、載荷台、フレーム、ジャッキなどの機材を用いて通常 2 本の鋼桁を上下に抱き合わせ、スパン長の $1/3 \sim 1/4$ の点に支点を 2 箇所設け、桁の両端をジャッキで絞めることにより載荷荷重 P_f を作用させる。この状態をプレフレクションといい、また、その時の荷重をプレフレクション荷重 (P_f) と呼ぶ。
- (3) P_f なる載荷荷重が作用したままで鋼桁の下フランジにコンクリートを打設する。
- (4) 打設されたコンクリートが十分硬化した時点で載荷荷重 P_f を解放し下フランジコンクリートに圧縮のプレストレスを導入する。この作業をリリースといい、この状態の桁をプレビームと呼んでいる。
- (5) このプレビームを現場に架設し、床版、腹部にコンクリートを打設するとプレビーム合成桁が完成する。

このプレビーム工法には、いくつかの特長が挙げられる。

- (1) 他の形式の桁に比べて桁の剛性を非常に大きくすることができるので、桁高を制限された場合に有利である。
- (2) 桁の高さの低い割には、曲げ剛性、ねじり剛性が大きく、たわみ、あるいは振動量を小さくすることができる。
- (3) 鋼桁をコンクリートで覆っているので耐火構造として有利であり、また、化学作用に対する抵抗性も大きく、水上や海岸の構造物に利用できる。
- (4) 桁の規格化が容易であり、塗装の必要がなく維持管理も容易である。

以上のような特長を生かしながら製作手順を簡単化することを目的に考案されたのがプレファブビーム工法である。

図-1 に加えて、図-2 にはプレファブビーム工法の詳細を示した。両図にみられるとおり、プレファブビー

	従来の工法	新しい工法
(1)		
(2)		
(3)		
(4)		
(5)		
(6)		
(7)		

図-1 従来工法と新工法との比較

ム工法の特長は、従来の工法における(1)と(2)の過程を省略している点にある。

このプレファブビームにおける改良点は、次の 2 つである。まず、その 1 つは、下フランジコンクリート部のプレキャスト化とブロック化である。他の 1 つは、プレストレス力導入の簡素化である。このことにより、製作に関し多大の省力化が見込まれる。

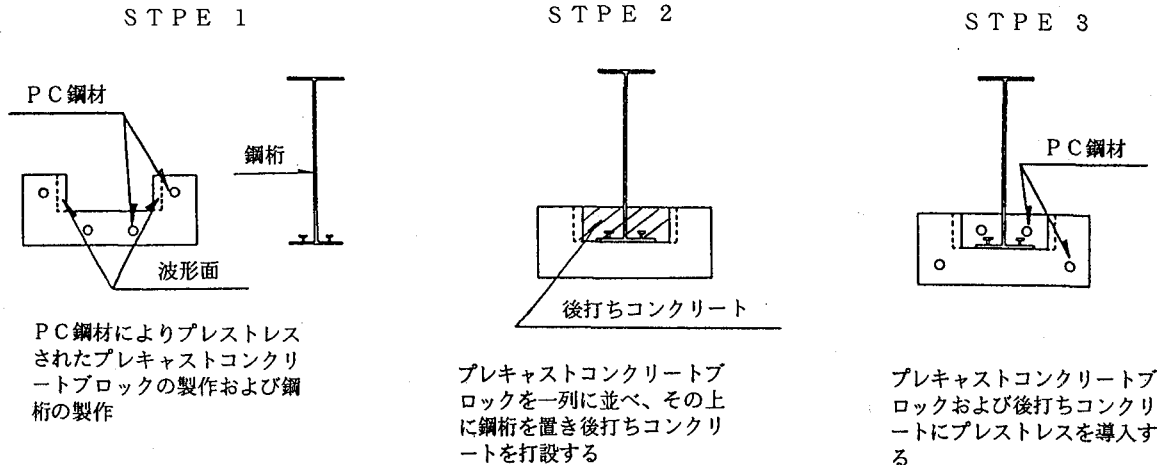


図-2 プレファブビームの製作順序

製作手順として、まず、図-2のSTEP1において、桁の長さにあわせて下フランジコンクリート部を長手方向にブロック化し、長さ1.5~2.0m程度の凹型のプレキャストコンクリートブロックを製作する。このプレキャストコンクリートブロックには、あらかじめプレテンション方式によりプレストレスが導入されており、プレキャストコンクリートブロック内面には、波形面を設けているのが特徴である。また、このブロックをRC構造として鋼桁と合成の後に、ポストテンション方式でプレストレスを導入してもよい。これと同時にSTEP1では、I形断面の鋼桁も製作する。

STEP2では、プレキャストコンクリートブロックを桁の長さに合わせて一列に並べる。次に一列に並べられたプレキャストコンクリートブロックの上に鋼桁を置き、プレキャストコンクリートブロックと鋼桁とを一体化させるために、後打ちコンクリートを打設する。

STEP3では、後打ちコンクリートが硬化した後、ポストテンション方式によりプレストレスを導入する。このことより、従来のプレビーム工法よりも格段の省力化が可能となり、また、プレビームと同様の性状、および品質が確保できる。

3. 押し抜き試験結果とその考察¹⁾

3.1 試験の目的

この押し抜き試験の目的はプレキャストコンクリートブロックと鋼桁とが一体化していることと、プレキャストコンクリートブロックと後打ちコンクリートとの接合部のせん断耐力を確認することにある。そこで、両者間のせん断耐力を増加させるため、プレキャストコンクリートブロックと後打ちコンクリートとの境界面に波形面を設けることを考えた。しかし、波形面のみでせん断耐力を全て負担させるだけの耐力があるかどうかは不明である。そこで波形面から垂直にジベル筋を配置し、波形面+ジベル筋の構造をもつ試験体も用意することにより、ジベル筋の使用によるせん断耐力の向上の有無についての試験も行った。この2種類の供試体を2体ずつ製作し

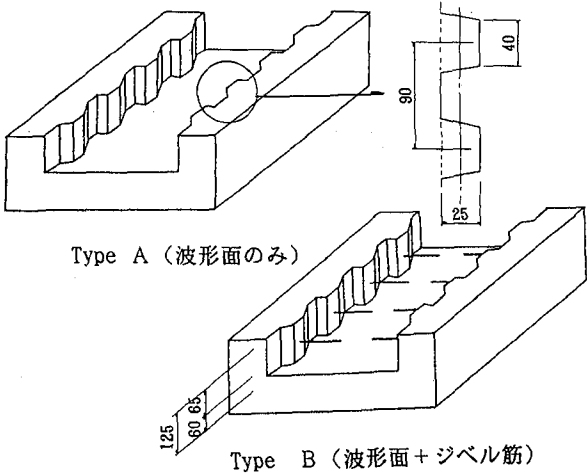


図-3 プレキャストコンクリートブロック

3.2 供試体の形状寸法と試験方法

押し抜き試験に用いる下フランジコンクリートブロック部の形状は、図-3に示すようにType A (波形面のみ)と、Type B (波形面+ジベル筋)の2種類である。スタッド (d=16mm, h=100mm) は鋼桁フランジの内側に、それぞれ3本ずつ溶植した。

押し抜き試験は、容量200tfの万能試験機を用いて行った。供試体のセッティングに際しては、供試体下面にセメントペーストを敷いて載荷面と支持面とが平行を保ち、かつ偏心荷重が作用しないような配慮をした。

また、載荷方法としては、100tfまでは載荷と除荷とを繰り返す反復載荷法を用い、100tf以上は破壊に至るまで単調増加の載荷を行った。

この試験での相対ずれ量の測定箇所は、図-4に示すように鋼桁と後打ちコンクリート間、および後打ちコンクリートとプレキャストコンクリートブロック間であり、1供試体につき対角に2箇所測定を行った。さらに、プレキャストコンクリートブロック間の開き量も両側2箇所測定した。

なお、試験時のコンクリート強度はプレキャストコンクリートブロックおよび後打ちコンクリート部で、それぞれ $\sigma_{28}=689\text{kgf/cm}^2$ および $\sigma_{10}=613\text{kgf/cm}^2$ であった。

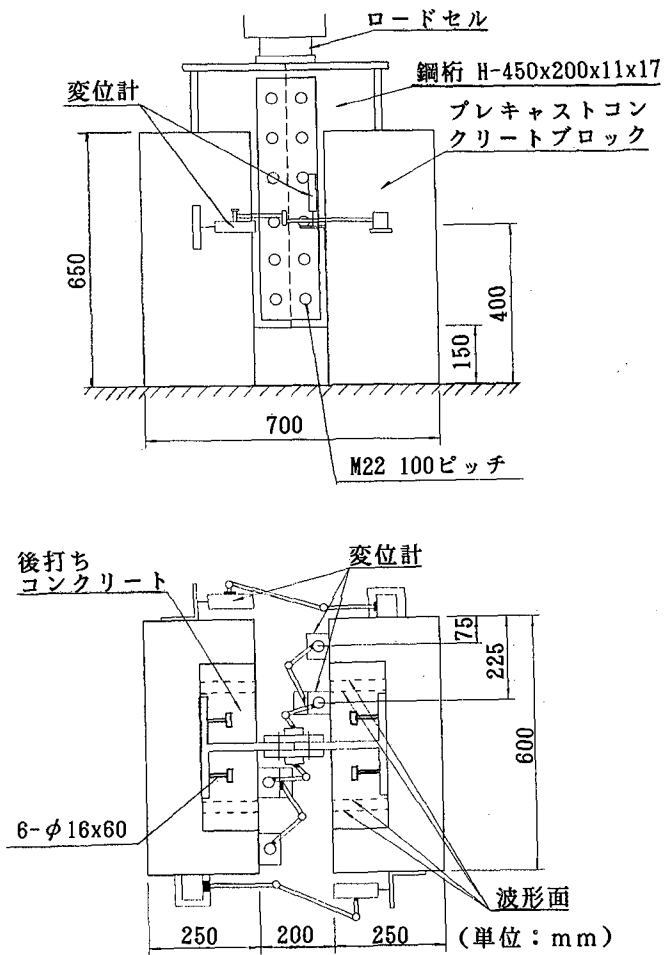


図-4 押し抜き試験体の寸法と変位計のセッティング位置

3.3 試験結果および考察

(1)プレキャストブロックと後打ちコンクリートの
ずれ関係

図-5は、Type Aのプレキャストブロック部と後打ちコンクリート部とのずれ量の関係を表している。この図より、接合部では、破壊直前まで波形面のずれはほとんど見られないため、プレキャストブロックと後打ちコンクリートは一体化されていることが確認された。また、Type Bも同様の結果であった。

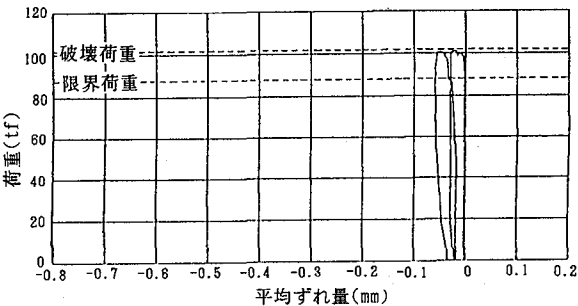


図-5 プレキャストコンクリートブロックと後打ちコンクリートとのずれ量 (Type A)

(2)鋼桁と後打ちコンクリートとのずれ関係

Type Aの荷重-ずれ量の関係を図-6に示す。図に示されている限界荷重とは、残留ずれ量が0.075mmに達したときの荷重である。この図より、載荷荷重の大きさに比べ残留ずれ量が小さいことから、本構造に用いられるスタッドの限界荷重は、通常のもの比べて格段に大きく、設計値1.9tfの約4倍の値が得られた。この理由は、後打ちコンクリート部の変形が、プレキャストコンクリートブロック部の両面より拘束を受けているためと考えられる。Type Bも同様の結果であった。

以上のことより、今後、本構造では通常のスタッドの設計の場合よりも、その本数を減少させることが可能であると考えられる。

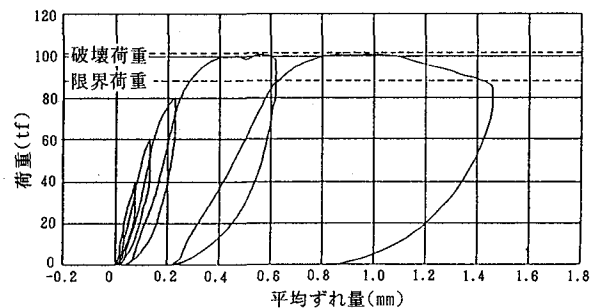


図-6 鋼桁と後打ちコンクリートとのずれ量 (Type A)

(3)破壊荷重および破壊状況

表-1には、全供試体の限界荷重、破壊荷重ならびに計算値を示した。ここでの破壊荷重の計算値は、以下の仮定により求めた。波形面については、せん断強度を後打ちコンクリートの圧縮強度の1/5と仮定し、波形面に

ける終局せん断耐力を求めた。また、スタッド、およびジベル筋については、破壊に対してそれぞれの許容せん断力の6倍の耐力があると仮定し、終局せん断力を求めた。

表-1 押し抜き試験結果

供試体のTypeと番号 (tf)	測定値		破壊荷重の計算値		
	限界荷重	破壊荷重	スタッド	波形面	ジベル筋
TypeA No.1 ジベル筋	88	100.8			
TypeA No.2 なし	98	103.1			
平均	93	102.0	94.3	153.8	-
TypeB No.1 ジベル筋	110	118.1			
TypeB No.2 あり	88	103.0			
平均	99	110.6	94.3	153.8	135.4

表-1より、Type Aの波形面における破壊荷重の計算値は、153.8tfであるが、実際にはこれより約52tf小さい荷重で鋼桁に溶植されているスタッドが先に破壊した。スタッドのせん断耐荷力の計算値は、94.3tfであり、測定値はこれより約8tf大きい値であった。

また、Type Bの場合は、ジベル筋の破壊荷重の計算値は、135.4tfであるので、これを波形面での破壊荷重の計算値に加えることにより、波形面とジベル筋の両者が同時に破壊した時の計算値は、289tfとなる。しかし、Type Bもスタッドによる破壊が先行し、Type Aとの明らかな相違は認められなかった。なお、破壊荷重の測定値は、110.6tfであり、計算値との差は16.3tfであった。

破壊性状については、各タイプとも異常な破壊性状は見受けられなかった。また、前述したとおりType AおよびBで予想されたプレキャストコンクリートブロックと後打ちコンクリートとの波形面におけるせん断破壊は起こらず、鋼桁と後打ちコンクリートとの間のずれにより破壊が起こった。試験後、ひび割れの状態を確認したところType AおよびType Bとも一部では、波形面にひび割れが発生しているのが見受けられた。Type AおよびBのひび割れの違いは特になかった。

以上より、合成部のせん断力は、スタッドが最大耐力に達するまで、鋼桁から後打ちコンクリート部へ、後打ちコンクリート部からプレキャストコンクリートブロック部へと、確実に伝達されており、下フランジコンクリート部の合成作用が確認できた。

4. 曲げ試験結果とその考察²⁾

4-1 試験の目的

この静的曲げ試験の目的は実物大の供試体を用いて、全体形に着目し、その力学的特性を把握することである。すなわち、ひび割れ幅などの使用性についての検討を行うとともに、破壊状態に至るまで鋼桁と下フランジコンクリートが一体化されているかどうかを確認する。さらに、ひび割れモーメント、および終局モーメントの理論計算を行い、理論値と測定値の比較検討を行う。

4-2 供試体の形状寸法と試験方法

図-7に示すように、長さ1.5mのプレキャストブロックを4枚使用した全長6m（支間長5.5m）の供試体を製作した。試験方法は、反覆載荷法とした。また、載荷位置は、図-7に見られるように支間中央から両側に50cm離れた位置とした。

プレキャストブロックへの導入プレストレス量は、設計活荷重モーメントに対して、下フランジコンクリートに引張応力が発生しない値となるように決定した。ここに、設計活荷重モーメントとは、鋼桁下フランジの引張応力が許容応力 1400kgf/cm^2 となるときのモーメントである。この結果、プレキャストブロック単体へのプレテンション方式による応力導入は、約 30kgf/cm^2 であり、一体化後のポストテンション方式による下フランジへの応力導入は約 27kgf/cm^2 となった。

なお、供試体の後打ちコンクリート部および床版コンクリート部のコンクリート強度は、それぞれ $\sigma_{28}=630\text{kgf/cm}^2$ および $\sigma_{18}=470\text{kgf/cm}^2$ であった。また、それぞれのヤング係数は、 $3.31 \times 10^5\text{kgf/cm}^2$ および $3.04 \times 10^5\text{kgf/cm}^2$ であった。

4-3 試験結果および考察

静的曲げ試験の結果、荷重190tfで床版コンクリート上面に、圧壊が生じ、桁の曲げ破壊が生じた。以下に、荷重-ひずみ関係などの曲げ性状について述べる。

(1) 荷重-ひずみ関係

図-8は、スパン中央における断面各部の荷重-ひずみ関係を示している。この荷重-ひずみ図から、載荷荷重が20tfで下フランジコンクリートブロックのひずみ量が急に減少しており、また、鋼桁ウェブはおよそ170 tfで降伏が始まっていると考えられる。

(2) ひずみ分布

図-9の(a)および(b)は、載荷荷重が20tfおよび80tf時のスパン中央における断面のひずみ分布を、それぞれ示している。ここで、図-9(b)での理論値(A)は、

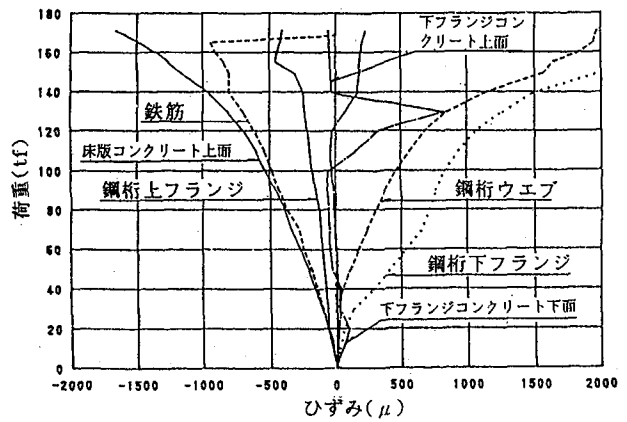


図-8 スパン中央における荷重-ひずみ関係

全断面有効とした場合の計算値で、理論値(B)は、下フランジコンクリートを無視した場合の計算値である。

図-9(a)より、載荷荷重が20tfの場合の実測ひずみと理論値とを比較すると、両者は比較的よい一致を示している。しかし、載荷荷重が40tf以後では、下フランジコンクリート部のひずみ分布が、次第に直線的でなく合成断面としての理論値と違った挙動を示した。これは、下フランジコンクリートの目地部にひび割れが生じたことによるものである。図-9(b)の載荷荷重が80tf時において下フランジコンクリート部を無視したひずみの計算値と比較してみると床版部と鋼桁部のひずみは、ほぼ理論値と対応することがわかる。

(3) 荷重-ひび割れ幅の関係

図-10は、スパン中央の目地部分の荷重-ひび割れ幅関係である。

全断面を有効とした時のひび割れ荷重は、約84tfであったが、実際はそれよりも低い荷重で目地部にひび割れが生じた。そこで、ひび割れが発生した目地部に着目すると、目地部には、ポストテンション方式で導入された

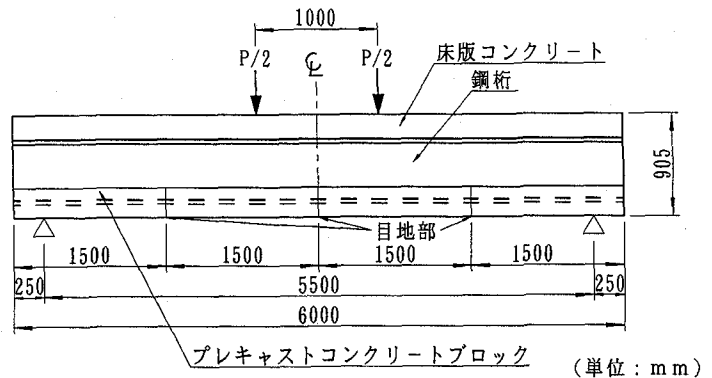
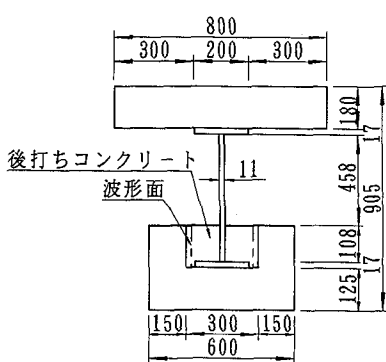
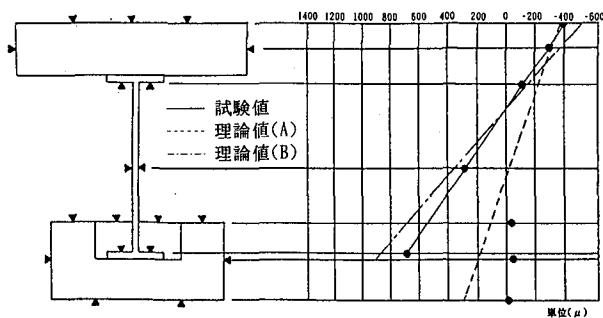
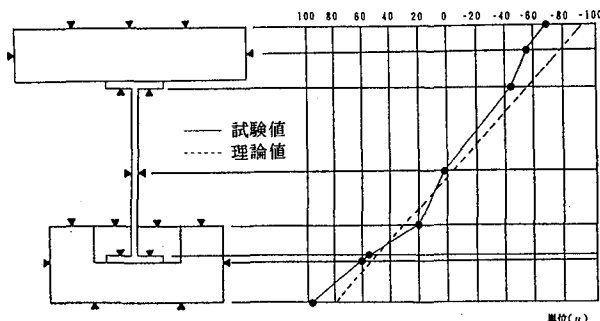


図-7 供試体の側面と断面図



(a) 載荷荷重が20tf時のひずみ分布



(b) 載荷荷重が80tf時のひずみ分布

図-9 スパン中央断面のひずみ分布

プレストレス力のみが作用しているだけである。そこで、ポストテンション方式で導入されたプレストレス量だけを考慮して計算すると、目地部におけるひび割れ発生荷重は、約17tfの値が得られた。試験でのひび割れ荷重の値は図-10より、20tfであり、両者はよい一致を示した。

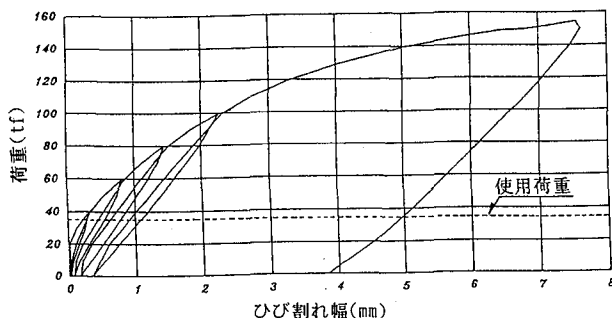


図-10 目地部の荷重-ひび割れ幅

(4) 荷重-たわみ関係

載荷荷重が、20tf～40tfまでは全断面有効の場合の理論値と実測値に近い値を示し、かつ弾性挙動であった。このことから40tfまでは、たわみの計算に全断面有効の仮定を用いてもよいことがわかる。また、載荷荷重が40tf以上からは、理論値よりも実測値の方が大きい値をとりはじめ、荷重が増すごとにその差が顕著になった。最終的には、実測値が床版、鋼桁およびP C鋼棒の3断面のみ有効とした理論値に近づいた。

(5) 終局荷重

終局荷重の理論値計算は、下フランジコンクリートのみを無視した場合と、さらに目地部の破壊に着目した場合、すなわち、下フランジコンクリートを無視しP C鋼材を考慮した場合の計2ケースについて計算を行った。

供試体は、目地部で破壊し、そのときの荷重の実測値は190tfであった。目地部の終局荷重の理論値は、166tfであった。この両者の相違は、計算上の鋼材の降伏点を実際よりも低く評価したためと思われる。

静的曲げ試験の結果、目地部の構造を改良するとともにポストテンション方式で導入するプレストレス力を増加する必要があることが明らかになった。目地部の改良案の1つとして、図-11に示すものが考えられる。

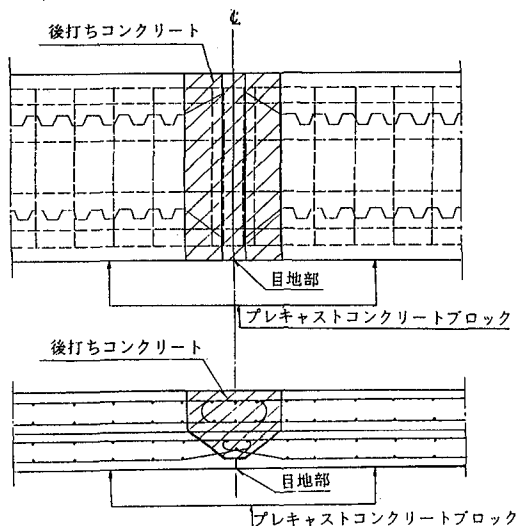


図-11 プレキャストブロック目地部構造の改良案

5. 経時挙動の解析方法、試験結果および、それらの比較・検討⁽³⁾

5-1 解析の目的

プレファブビームの下フランジコンクリートは、P C鋼材によりプレストレスされるためクリープが生じ、また乾燥収縮によってもコンクリートの応力を損失させる。そこで、プレファブビームの応力変化を求めるための解析式を誘導するとともに実物大のプレファブビーム桁を用いた長期ひずみ測定を行い、解析値と測定値との比較検討を行った。

5-2 解析方法

クリープおよび乾燥収縮の解析には、Troost⁽³⁾が誘導したコンクリートの応力-ひずみ関係式を用いた。断面力の取り扱い法としては軸力と曲げモーメント同時に扱うことのできる総断面力法を用いることにした。コンクリートの応力-ひずみ関係は式(1)のように表される。

$$\varepsilon_c(t) = \frac{\sigma_{c0}}{E_c} [1 + \phi(t)] + \frac{\sigma_c(t) - \sigma_{c0}}{E_c} [1 + \rho(t)\phi(t)] + \varepsilon_s(t) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$\varepsilon_c(t)$: 時刻 t におけるコンクリートのひずみ
 σ_{c0} : コンクリートの初期応力
 E_c : コンクリートのヤング係数
 $\phi(t)$: 任意時刻 t におけるクリープ係数
 $\sigma_c(t)$: 任意時刻 t におけるコンクリートの応力
 $\rho(t)$: 任意の時刻 t におけるリラクゼーション係数
 $\varepsilon_{cs}(t)$: 任意の時刻 t における乾燥収縮量

図-12を参照して、プレキャストコンクリートブロック部重心の自由なクリープひずみを ε_{k3} とすれば、当初の状態に戻すための引張力 P_{k3} は、次式で与えられる。

$$P_{k3} = E_c(t_3) \int_{A_c} \varepsilon_k dA = E_c(t_3) \varepsilon_{k32} A_c$$

$$= \sigma_{c0}''(t_3)_{2A_c} \frac{\Delta \phi'}{[1 + \rho(t_1 + t_2 + t_3) \Delta \phi']} \dots\dots\dots (2)$$

6 c o” : 床版コンクリート打設後の下フランジコン
クリートの初期応力

2 A c : 下フランジコンクリートの断面積

t 1 : ポストテンション方式によりプレストレス
を導入するまでの時間

t 2 : ポストテンション方式によりプレストレス
導入後、床版コンクリート打設までの時間

t 3 : 床版コンクリート打設後の時間

$\Delta \phi' = \phi (t_1 + t_2 + t_3) - \phi (t_1 + t_2)$

がって、 V_s' 軸に作用するモーメントは、

となる。よって、 P_{ks} および M_{ks} によるプレキャストコンクリートブロック部の変化応力は次式で表される。

$$\Delta\sigma_{cb3} = \frac{1}{n_1(t_1 + t_2 + t_3)} \left(\frac{P_{k3}}{3A_{v'}} + \frac{M_{k3}}{3I_{v'}} 3y_{v'} \right) \dots\dots\dots (4)$$

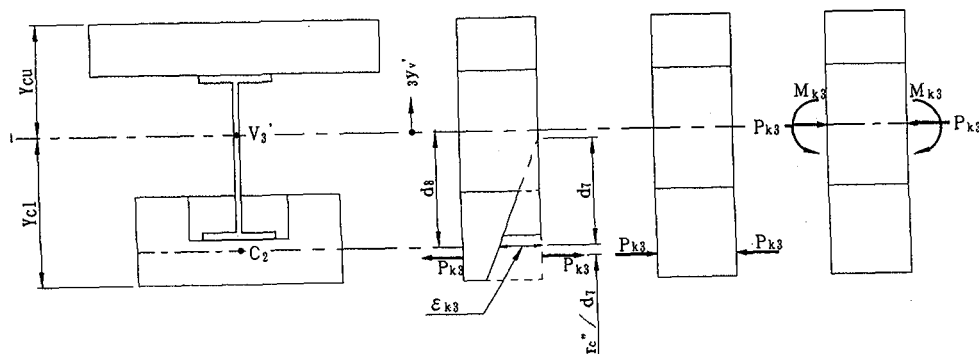
$$-\sigma_{c0} \sqrt{\frac{\Delta\phi'}{[1 + \rho(t_1 + t_2 + t_3)\Delta\phi']}}$$

${}_2I_c$: 下フラジグコンクリートの断面 2 次モーメント
 $n_1(t_1+t_2+t_3)=E_s/E_{c1}(t_1+t_2+t_3)$
 E_s : 鋼桁のヤング係数
 E_{c1} : プレキャストコンクリートのヤング係数
 ${}_3A_v$: $n(t_3)$ を用いて鋼桁に換算した断面積
 ${}_3I_v$: $n(t_3)$ を用いて鋼桁に換算した断面 2 次
 モーメント
 ${}_3y_v$: 重心軸から着目点までの距離

乾燥収縮解析についても、クリープ解析と同様の手法を用いて行うことができる。

クリープおよび乾燥収縮の試験には図-13に示すように、曲げ試験の供試体と同形状の供試体を用いた。ひずみの測定箇所は図中に示すとおりである。ひずみの測定には、埋め込み型ひずみ計を計4本使用し、床版コンクリート打設後、15日経過した時点から測定を開始した。

図-14は、約1年間の測定値と解析値とを比較した図である。図中の測定ひずみはコンクリートの線膨張係数



Technical drawing of a reinforcement bar layout for a concrete slab. The drawing shows a cross-section of a slab with a width of 905 mm. A horizontal reinforcement bar is shown with a length of 5500 mm. The bar is bent at both ends, with a horizontal segment of 2000 mm on each side. The total length of the bar is calculated as 4 @ 1500 = 6000 mm. A label "埋め込み型ひずみ計" (Embedment type strain gauge) points to the bent portion of the bar.

図-13 供試体寸法とひずみ測定位置

として $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ 、 11×10^{-6} および 10×10^{-6} の3種類の値を用いて温度補正を行った結果を表している。また、解析に用いたクリープ係数と乾燥収縮量は、文献6)より次の値を用いた。

$$\phi(t) = 2.5(1 - e^{-0.006t})$$

$$\epsilon_s(t) = -172 \times 10^{-6}(1 - e^{-0.01098t})$$

図-14より、解析値と測定値とは、よい一致を示していることがわかる。プレストレス量は 45 kgf/cm^2 であり、この解析条件を用いると $t = \infty$ 時では 28 kgf/cm^2 となるため、約38%の応力度が損失する結果となる。

以上よりプレファブビームのクリープおよび乾燥収縮の試験を行った結果、本解析法により、プレファブビームの長期挙動を精度よく予測できることがわかった。

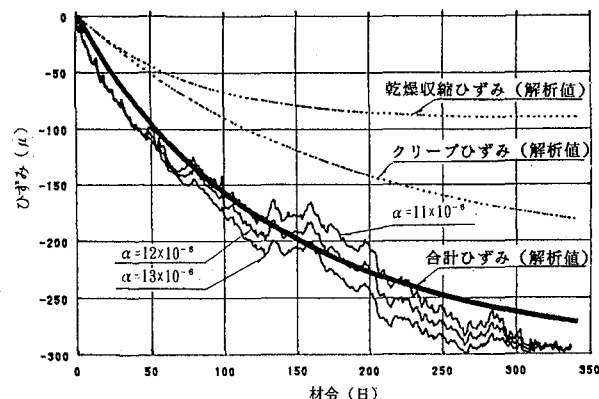


図-14 クリープおよび乾燥収縮によるひずみの解析値と測定値との比較

6. 結論

本研究により得られた成果を列挙すると次の様になる。

- (1)新しく考案されたプレファブビーム工法は、従来のプレビーム工法と比較して以下の利点がある。まず、施工上の利点としては、コンクリート打設作業の省力化、および応力導入作業の短縮化が計られ、かつ、応力導入架台、回転枠等の機材が不要となる。つぎに、構造上の利点としては、鋼桁のプレフレクション作業が無くなるため、鋼桁上フランジの断面を小さくすることが可能となり、下フランジコンクリートの乾燥収縮による応力の損失量が少なくなるため、導入プレストレス量を少なくできる。
- (2)押し抜き試験結果より、鋼桁と後打ちコンクリートおよびプレキャストコンクリートブロックとの合成作用が確認された。また、鋼桁に溶植されているスタッドの限界荷重は、プレキャストコンクリートブロックによる拘束作用により、設計値の約4倍の値が得られた。
- (3)曲げ試験の結果、低い荷重段階でスパン中央の目地部にひび割れが発生した。これはポストテンション方式で導入されたプレストレス量が少ないためであった。しかし、供試体は、目地部を除いて、終局状態までプレキャストブロックと鋼桁とが一体化していることが確認された。

(4)Trost-Bazantを用いてプレファブビームの経時挙動解析式を誘導した。この解析式による計算値は、実物大の供試体を用いた長期試験の測定値と良い一致を示した。したがって、本解析式により実際のプレファブビーム橋の経時挙動を精度よく評価できることが明らかになった。

一方、今後の研究課題として以下のものが挙げられる。

(1)プレキャストブロックの目地部の構造

プレキャストブロックの目地部に作用するプレストレス力は、ポストテンション方式によるものだけとなり、そのため比較的低い荷重段階で目地部にひび割れが生じる。したがって、ポストテンション方式によるプレストレス量を増大するとともに、図-11で示したような目地部の改良構造などについて実験的に検討する必要がある。

(2)P C鋼材定着部の構造

ポストテンション方式によるプレストレス量の導入には、桁端部にP C鋼材を定着する必要がある。しかし、下フランジコンクリートの断面は比較的小さく、定着できる大きさが制限されているため、小さな断面に大きなプレストレスを導入することが可能な定着方法について検討する必要がある。

(3)最適プレストレス量の検討

コンクリートのクリープおよび乾燥収縮による応力損失を考慮した最適プレストレス量についても、解析的に検討しなければならない。

謝辞：本研究の実施にあたって多大なるご協力を頂いた角山隆司氏（元大阪工業大学・大学院、現(株)春本鉄工所）をはじめ、多くの学生の方々に深く謝意を表します。

参考文献

- 1)松井・栗田・渡辺・青木・角山：プレファブビームの開発および押し抜き試験、平成5年度関西支部年次学術講演会講演概要集、I-85、平成5年5月
- 2)松井・栗田・渡辺・青木・角山：プレファブビームの開発と静的曲げ試験結果について、土木学会第48回年次学術講演会概要集、平成5年9月
- 3)松井・渡辺・栗田・角山：プレファブビームの長期挙動に関する解析と実験、平成6年度関西支部学術講演会講演概要集、I-47、平成6年5月
- 4)A. Kurita, S. Matsui, H. Watanabe, and Y. Takeda: New Fabrication Method for Prestressed, Concrete Encased Steel Beams, ASCCS-4:141, June, 1994
- 5)Trost, H: Auswirkungen des Superpositionsprinzips auf Kriech-und Relaxationsprobleme bei Beton und Spannbeton, Beton-und Stahlbetonbau 62 (1967), H. 10/11
- 6)中井・栗田・亀井・瀬野：プレキャスト床版を用いた連続合成橋におけるクリープ・乾燥収縮性状の計測と解析、土木学会論文集、117~124頁、1992年9月

(1994年9月14日受付)