

報告

[2110] プレキャスト床版の接合に関する研究

正会員○浜田純夫（山口大学社会建設工学科）

正会員 壬生幸吉（ピーエス）

正会員 兼行啓治（山口大学社会建設工学科）

正会員 渡邊豊彦（横河橋梁製作所）

1. まえがき

プレキャスト橋梁床版は施工の迅速性から適用が叫ばれていながら、工費の負担が大きく避けられている。民間工事のように迅速性、すなわち営業開始で単に工費だけでなく営業まで含めて検討するが、公共事業では工費だけの検討に委ねられている。このため、橋梁床版の適用が遅れているが、最近のように床版の損傷に伴う打ち換えの施工法として、プレキャスト部材を用いざるを得ない状態になりつつある。一方、現場における専門労働者の不足からプレキャスト製品に移行しつつあり、事情によれば新設の工事でもプレキャスト橋梁床版の経済性もある。

橋梁の損傷は主桁間隔が大きく床版厚の小さい桁橋に多く、経済性を求めた橋梁に生じている。このような橋梁は建設ラッシュ期であった昭和38年以後のものに多く、中でも最も多く架設されたのは最も経済的といわれた合成桁であった。合成桁床版の損傷に対する補修は、死荷重の増加をなくすために床版厚は損傷した床版の厚さを増すことはできない。このためにプレキャスト床版はプレストレスの導入が必要となる。

合成桁の床版の取り替えの問題は、床版にプレストレスを導入すること、鋼桁と床版を合成すること、およびプレキャスト床版同志を合成することの3点となる。この目的を達成するために種々の工夫がなされている。

本来合成桁用のプレキャスト床版の接合には2通りある。1つは幅員の長さのプレキャスト床版を橋長全体に敷き詰めた後プレストレスを橋長方向に導入し、床版全体を一体化するのである。ほかの1つは主桁フランジ上でプレキャスト床版を接合する方法で、上フランジ上的一部分を現場打ちコンクリートとし、鋼桁と床版を接合する方法である。これら2つの方法には一長一短あり、また弱点となる接合部の研究はなお続行中である。

本報告は主桁フランジ上で接合する場合、従来から用いられている方法や、新たに試みる方法について静的な耐力を調べ、実用の可能性を検討したものである。

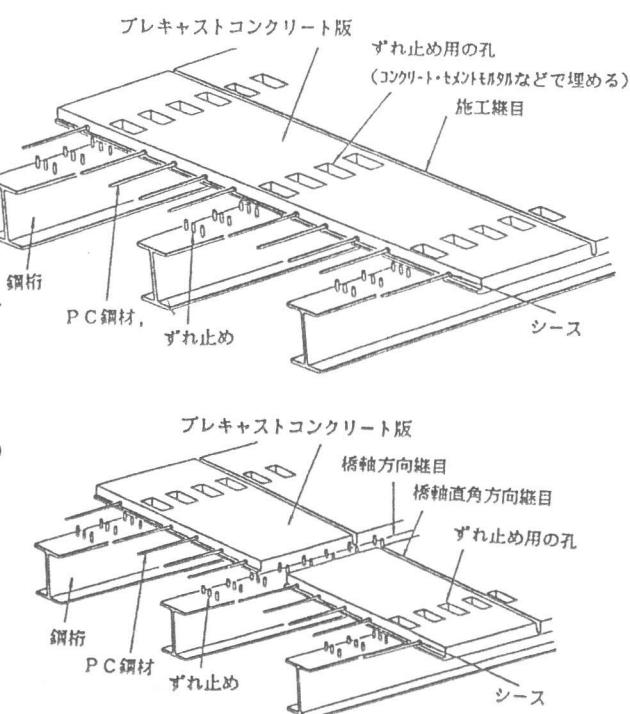


図-1 プレキャスト床版合成桁

2. プレキャスト床版の継手

さきに述べた様にプレキャスト床版の継手方向は橋軸方向と橋軸直角方向の二通りあるが、合成桁のようにずれ止めを有する場合にはいずれの方法も一長一短である。それらの典型的な例を図-1に示す。橋軸直角方向に継手を有するプレキャスト床版はプレストレスの導入が容易で、継手にあまり工夫する必要製のない利点がある反面、ずれ止め用の空きが必要で、その空きが断面の30%以上に達することがあり、床版として比較的大きい曲げモーメントが生ずる位置であることもひとつの課題である。また幅員の大きいとき、一枚の床版では長すぎることもある。

一方、鋼桁上フランジでの継手も連続版として扱う場合には継手が設計通り強度を確実に有する必要がある。このため、多くの継手構造が提案されているものの、それらの確実性については十分知られていない。本研究における供試体は、このため従来用いられた継手構造のみならず、可能性のある構造についても実験の対象とした。実験の対象にした継手構造を図-2に示す。

これらの継手は主として3種類で、図-2 (a) ~ (c) は鉄筋の付着とせん断力で引張力を抵抗させようとするもので、単純なラップ、水平および鉛直にループした鉄筋を用いたものである。単純なラップに対してはラップ長が一般には不足しているので耐力に対しては多く期待できない。そのための工夫が水平ループのものである。鉛直ループは過去に実験のある構造である。

図-2の (d) ~ (f) は鉄筋をナットで留めたもので、それぞれワッシャー、鋼板および合成管に固定した。さらに、(g) ~ (i) は引張鉄筋を直接接合したもの、床版をVカットして鉄筋を配置、あるいはシースを用いて鉄筋を配置したもので、鉄筋自身で接合する構造である。

表-1 コンクリートの材料試験結果

	圧縮強度(kgf/cm ²)		引張強度 (kgf/cm ²)	曲げ強度 (kgf/cm ²)		
	プレキャスト部					
	材令14日	材令28日				
L P (鉄筋ラップ)	301.9	372.8	298.4	25.1		
H L (水平ループ)	333.8	369.2	326.6	28.9		
V L (鉛直ループ)	249.7	315.1	340.0	20.0		
S W (単ワッシャー)	297.2	349.0	290.9	22.4		
P (鋼板)	229.9	408.3	310.4	25.7		
C P (合成鋼管)	358.8	495.5	386.0	32.6		
C (カブラー)	301.6	369.0	286.6	23.3		
S V (スラブVカット)	259.4	422.1	338.9	39.0		
S H (シース)	336.2	398.7	305.7	29.0		
平均	296.5	391.9	320.4	27.3		
				47.0		

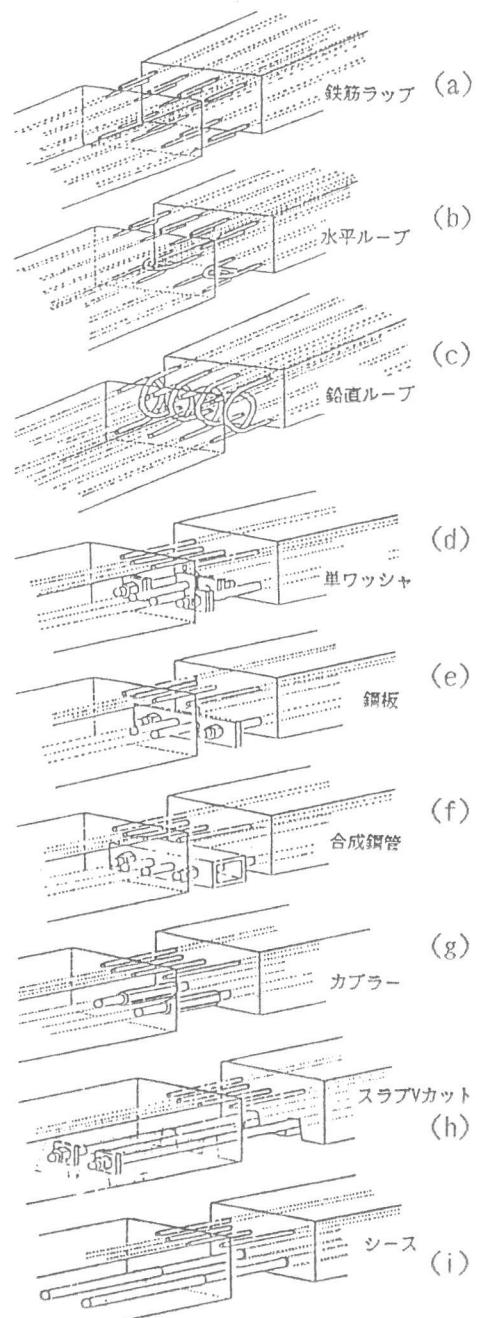


図-2 各継手構造

これらの継手およびプレキャスト部材の供試体構造を図-3に示す。また、材料としては普通コンクリートで、鉄筋はSD30(平均降伏応力36kgf/mm²)、およびPC鋼材としてはSBPR95/110を用いている。コンクリートの材料試験結果を表-1に示す。

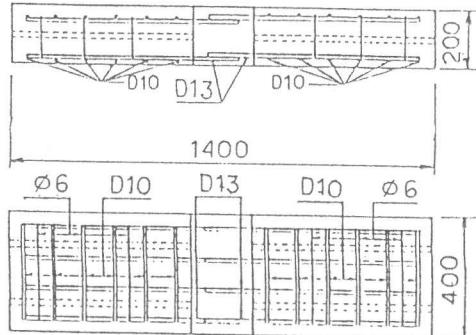


図-3 (a) LP, HL, VLの断面諸元

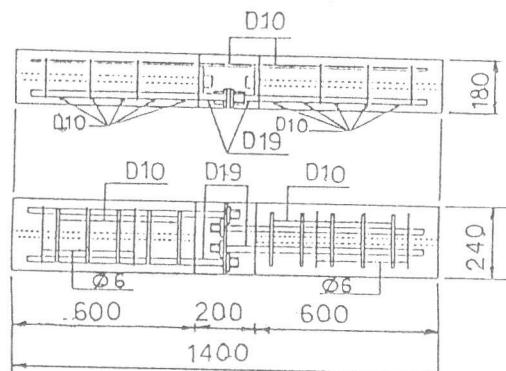


図-3 (b) SW, P, CPの断面諸元

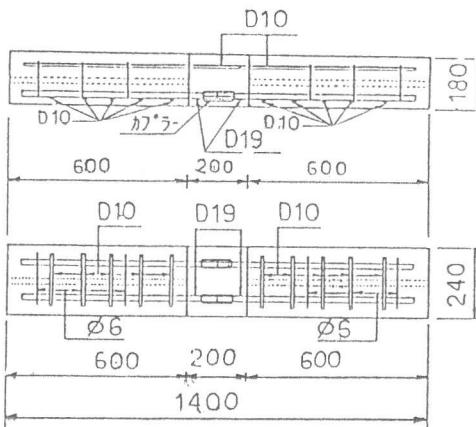


図-3 (c) Cの断面諸元

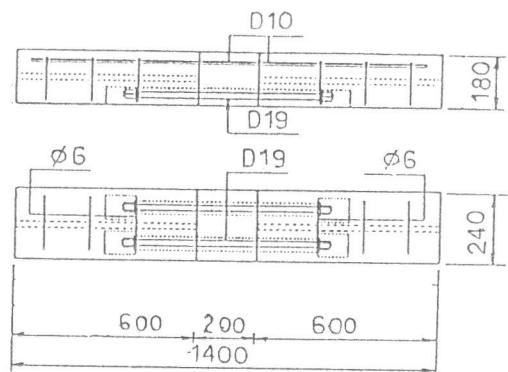


図-3 (e) SVの断面諸元

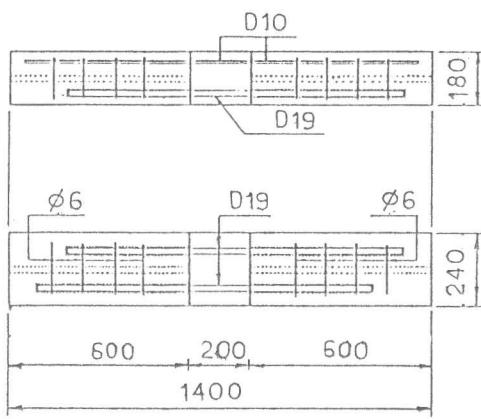


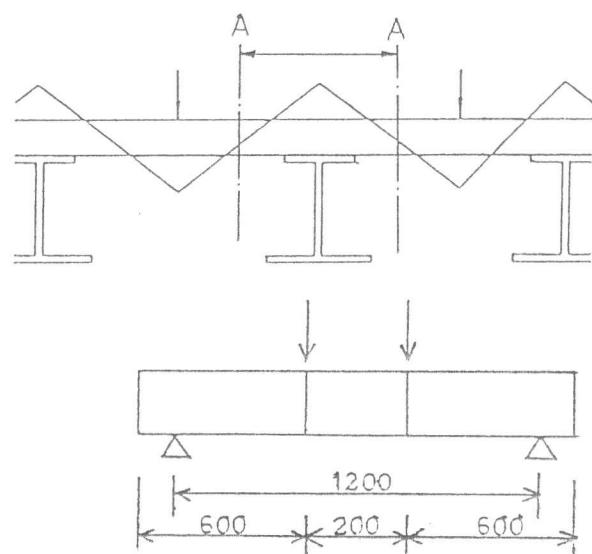
図-3 (f) SHの断面諸元

3. 実験方法、結果および考察

3. 1 実験

床版の継手部には主として負の曲げモーメントが作用し、最も厳しい曲げモーメントが生ずるのは図-4に示されるように主桁の両側に

輪荷重が載荷されたときである。このため、スラブ上側が引張となるので、供試体を上下逆にし



主桁上の曲げモーメントおよび
図-4 負の曲げを受ける供試体の試験

て載荷し、性状を調べた。

スパン中央を含め3点のたわみをダイヤルゲージで、鉄筋およびコンクリートのひずみをストレインゲージで、ひびわれをπ型変位計で測定した。各供試体それぞれ構造特性があり、ひずみの測定位置は完全に一致しているわけではない。なお、供試体の寸法は取り扱い試験材への困難さのため異なっている。

3. 2曲げ試験結果及び考察

(1) 荷重ーたわみおよび曲げー鉄筋ひずみ関係

図-5にスパン中央のたわみの実測値と弾性における解析値を示す。解析値において、コンクリートのひびわれは引張側のコンクリート応力が曲げ引張強度に達したとき生ずるものとした。図-5(a)において、3供試体と2供試体で断面が異なるので注意されたい。図-5(b)において、合成管のたわみが大きいのは管と鉄筋を固定するナットにゆるみが生じていることによるものと考えられる。実験値は理論値より大きいたわみを有しているが、ナットのゆるみ、固定板の変形などがその原因になっているものと考えられる。鉄筋をカプラーで接合した継手のたわみも同様な傾向を示している。その意味ではシースに鉄筋を入れ、グラウトした継手はほぼ完全な剛性を示している。

図-6に曲げモーメントと鉄筋ひずみを示す。鉄筋ひずみはプレキャスト部材から出ている鉄筋の根元に近い位置で得られたものである。

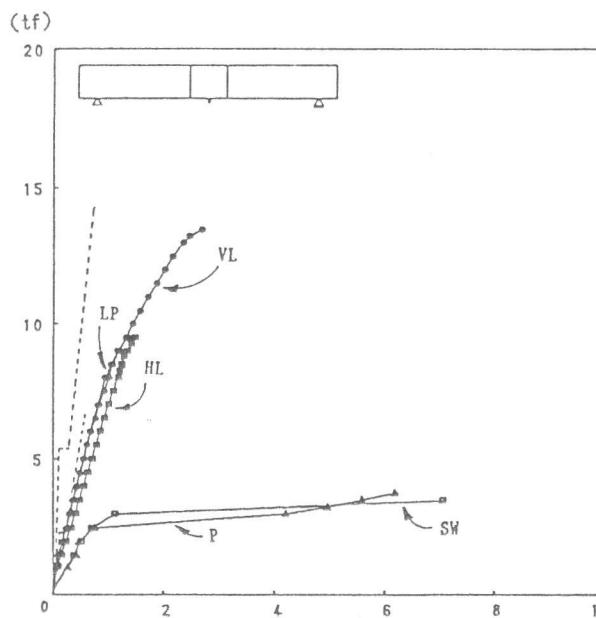


図-5 (a) 荷重ーたわみ関係
(LP, HL, VL, SW, P)

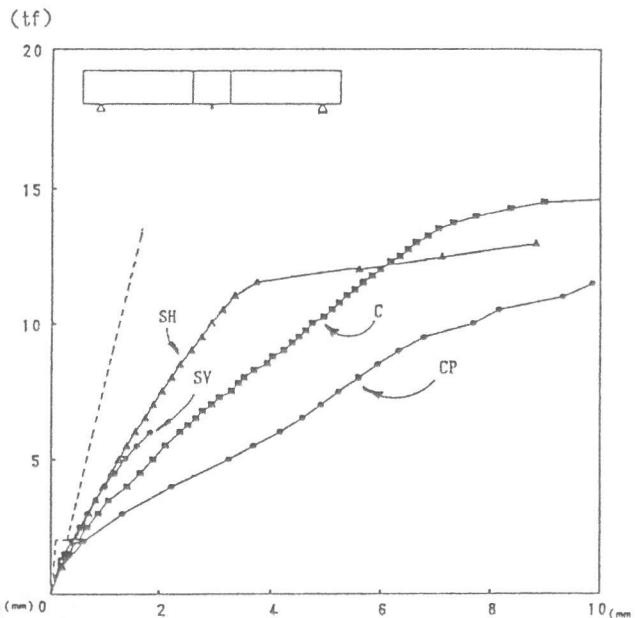


図-5 (b) 荷重ーたわみ関係
(CP, C, SY, SH)

(2) 終局耐力

曲げ耐力に対し、実験値と理論値を表-2に示す。実験値が理論値を越えた継手では鉛直ループ、合成鋼管、カプラー、Vカットおよびシース継手である。しかしながら、カプラー継手は他のナ

ット性状、主としてナットのゆるみを調べるために行われたものであり、実用上の継手とはならない。一方、各継手とも改良によれば耐力の上昇の期待はできる。例えばラップ継手は小断面の鉄筋を多く用い付着長が小さくても付着面積が大きくなることを利用することも可能である。水平ループ継手はラップ部分を長くする必要があった。鋼板継手は鋼板の剛性を高めるために鋼板を厚くする必要がある。

表-2における計算値は、設計基準強度を用いて継手部のみにおける耐力を示している。この計算は示方書のコンクリートに、矩形ブロックの応力分布を仮定して算出したものである。この様なことから完全な継手を持つ供試体の終局耐力は計算値よりも大きくなる。

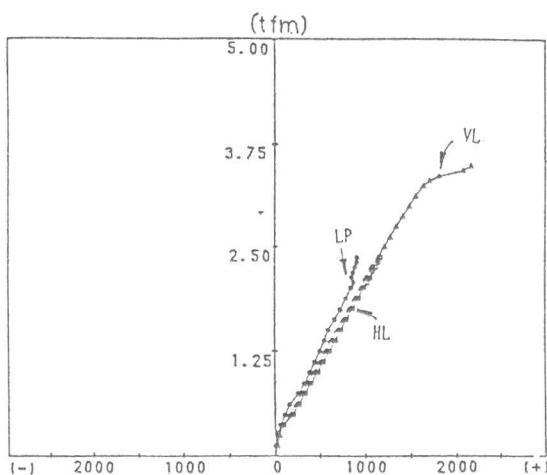


図-6 (a) 曲げモーメントー鉄筋ひずみ

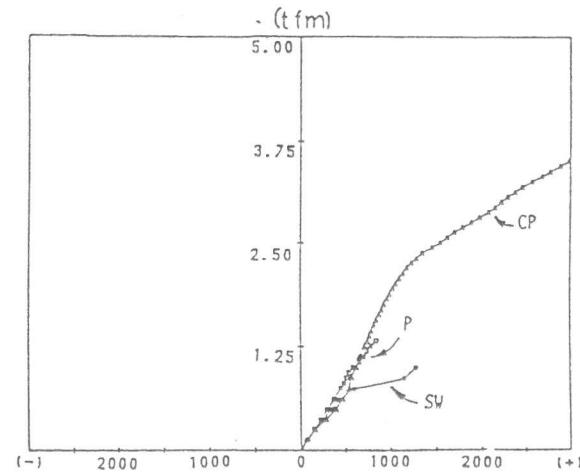


図-6 (b) 曲げモーメントー鉄筋ひずみ

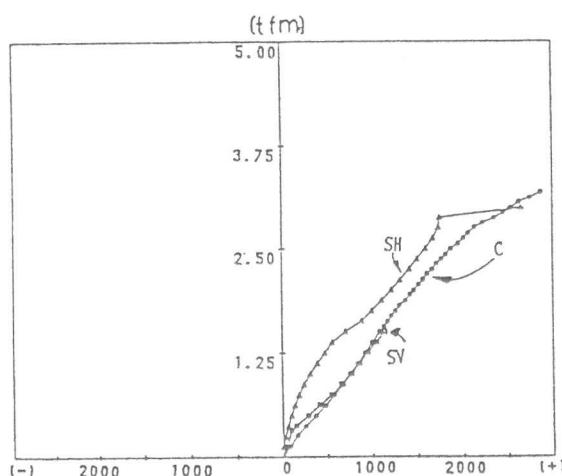


図-6 (d) 曲げモーメントー鉄筋ひずみ

(3) ひびわれ性状

鉄筋ラップ、鉛直ループ、合成鋼管、シースの各継手に対するひびわれ図を図-7に示す。鉄筋ラップ継手では鉄筋の先端からひびわれが生じ、弱点を示している。鉛直ループ継手では鉄筋に沿ったひびわれが生じている。ループ内のコンクリートはフープ圧力を受けていることを示している。合成鋼管は鋼管とコンクリートの接する線にひびわれが生じている。これはネジきり鉄筋

表-2 破壊荷重及び曲げ耐力

	破壊荷重 (tf)	破壊曲げモーメント (tfm)	計算値耐力 (tfm)
LP (鉄筋ラップ)	9.80	2.45	2.62
HL (水平ループ)	9.75	2.44	2.62
VL (鉛直ループ)	15.80	3.88	2.90
SW (単ワッシャー)	4.22	1.06	1.79
P (鋼板)	5.15	1.29	1.79
CP (合成鋼管)	14.80	3.70	1.79
C (カブラー)	15.10	3.78	1.79
SV (スラブVカット)	6.06	1.52	1.79
ISV (Vカット改良)	9.00	2.25	1.79
SH (シース)	13.55	3.39	1.79

のナットに対する不十分な締め付けによるものであろう。この位置におけるひびわれ（空き）は雨水の浸入など耐久性に問題が生じてくる。シース継手は鉄筋コンクリート部分におけるひびわれは一般の鉄筋コンクリート梁とほとんど同じ性状を示している。これは十分な付着長を有し、プレキャスト部材との一体性をよくしたものと考えられる。

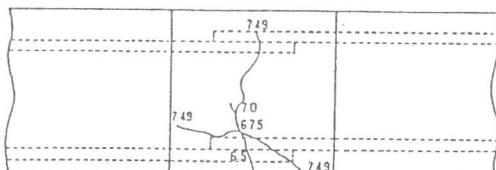


図-7 (a) ひびわれ図 (LP)

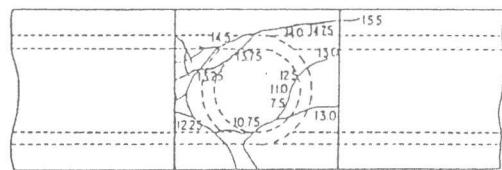


図-7 (b) ひびわれ図 (VL)

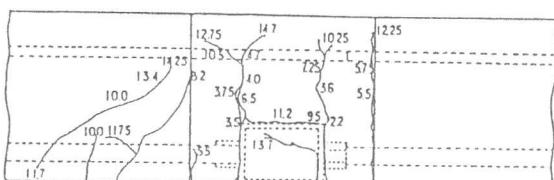


図-7 (c) ひびわれ図 (CP)

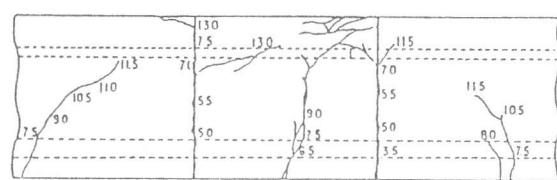


図-7 (d) ひびわれ図 (SH)

4. 結論

鋼桁の上フランジ上にジベルがあり、なおプレキャスト床版を接合する継手に関して静的実験を行った。今まで各種の継手が提案されているが、なお簡単で実用的な継手が求められ、その効果についても情報が欠けている。

上記のような観点から実験を行い、次のような結論を得た。

- (1) 固定のために用いる部材は合成鋼管のように十分な強度と剛性を有する必要がある。
 - (2) 鉛直ループ継手及びシース埋込み継手はほぼ鉄筋コンクリートと同等の耐力を有する。施工上も特に困難なものではない。
- なお、本実験で行われたほかの継手も工夫次第では十分実用の可能性がある。この様な継手は疲労に対する検討も必要であるが、その前の検討として研究したものである。

5. 謝辞

本研究において実験のために御協力いただいたピーエスの阿部部長および山口大学大学院生の釣修之君に深謝する。

参考文献

- 1) 中井 博編:プレキャスト床版合成桁橋の設計、施工－床版の急速施工と耐力性向上のために 森北出版 1988
- 2) 前田研一、橋 吉宏 他:合成桁斜張橋・プレキャスト床版の設計法とループ状重ね継手の耐久性に関する研究 構造工学論文集 1990.3
- 3) 太田 実:プレキャスト鉄筋コンクリート床版の実験 橋梁と基礎 No.9 1983
- 4) 多田浩彦:第2回日米橋梁ワークショップ (UJNR) と欧米の橋梁を訪ねて No.5 1986
- 5) Mrinmay Biswas:Precast Bridge Deck Design Systems PCI JOURNAL/March-April 1986