

PREX 床版の合理化に関する研究

米田 大樹・松林 卓・福山 雅典・原 夏生・三島 徹也

A Study on the Rationalization of Prex Slab

Taiju YONEDA, Taku MATSUBAYASHI, Masanori FUKUYAMA, Natsuo HARA, Tetsuya MISHIMA

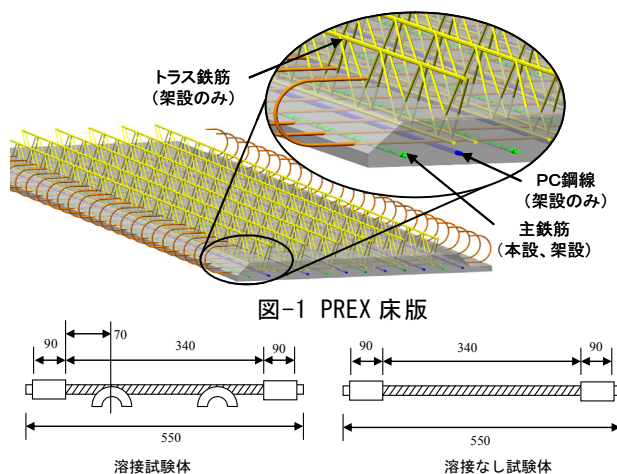


図-1 PREX 床版

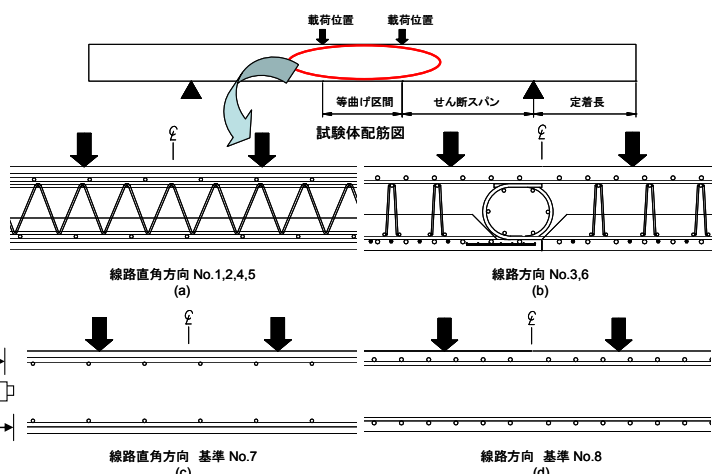


図-2 梁型試験体

研究の目的

鉄道ラーメン高架橋スラブの無支保化施工を可能にした PREX 床版に内包されている仮設鋼材（トラス鉄筋と PC 鋼線）を本体設計に見込むことができれば、PREX 床版の合理化を図ることができる。そこで本研究は、PREX 床版をさらにコスト削減するため、仮設鋼材を本設鋼材として設計に考慮することの可能性について検討したものである。

検討方法として、PREX 床版と後打ちコンクリートとの合成スラブの耐力および疲労特性の把握を目的に、梁曲げ試験・梁疲労試験を行った。さらに、トラス鉄筋単体の疲労試験も合わせて実施した。

技術の説明

PREX 床版は、線路方向の部材間継ぎ手構造にループ継ぎ手を採用することで、2 方向床版としての設計を可能にした鉄道ラーメン高架橋のプレキャストスラブである。また、後打ちコンクリート打設時などの架設時荷重に対しては、線路直角方向の剛性をトラス鉄筋とプレストレスによって高め、スラブの無支保化施工を可能にしている（図-1）。したがって PREX 床版に内包されている仮設鋼材は、完成後の合成スラブの耐力増加に大きく寄与しているため、本体設計に見込むことができれば、さらに合理化を図ることができると考えられる。

主な結論

PREX 床版を用いた合成スラブ試験体の線路直角方向の曲げ耐力は、トラス鉄筋と PC 鋼線を引張鋼材として考えた設計曲げ耐力と一致した。また、せん断耐力もトラス鉄筋のせん断補強効果によって向上することが確認できた。線路方向の曲げ耐力は、在来工法試験体と同等であったが、終局状態までの変形性能は、在来工法試験体より 1.5 倍程度向上することが確認された。

PREX 床版を用いた合成スラブの疲労強度は、「鉄道構造物等設計標準・同解説」を基にした疲労強度で評価すれば、安全側であることが実験的に確認された。トラス鉄筋単体としての疲労強度は、「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」の疲労強度等級と比較すると、D 等級を満足することが確認された。また、S-N 線図上の傾きも、「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」の疲労強度等級曲線に近い傾向を示すことがわかった。

PREX床版の合理化に関する研究

米 田 大 樹 松 林 卓
 福 山 雅 典 原 夏 生
 三 島 徹 也

要 旨

トラス鉄筋とプレストレスによって鉄道高架橋スラブの無支保化施工を可能にしたPREX床版は、仮設鋼材（トラス鉄筋とPC鋼線）が本体スラブの耐力増加に大きく寄与している。これら、仮設鋼材を本体設計に見込んだ設計手法が確立できれば、さらにPREX床版の合理化を図ることができる。そこで、PREX床版と後打ちコンクリートとの合成スラブの耐力および疲労特性の把握を目的として、梁曲げ試験・梁疲労試験を行った。さらに、トラス鉄筋単体の疲労試験も合わせて実施した。

PREX床版を用いた合成スラブ試験体の曲げ耐力は、トラス鉄筋とPC鋼線を引張鋼材として考えた設計曲げ耐力と一致した。疲労強度は、「鉄道構造物等設計標準・同解説」で示されている疲労強度を上回ることが確認できた。また、トラス鉄筋の溶接部分の疲労強度は、「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」のD等級を満足することが確認された。以上より、仮設鋼材の疲労強度を考慮することで、本体設計に見込むことが可能であるとの見通しを得た。

キーワード 鉄道高架構造物／ハーフプレキャスト部材／合理化／疲労耐久性

目 次

- | | |
|--------------|-----------------|
| 1. はじめに | 4. 梁疲労試験 |
| 2. 技術課題と実験概要 | 5. トラス鉄筋単体の疲労試験 |
| 3. 梁曲げ試験 | 6. まとめ |

A STUDY ON THE RATIONALIZATION OF PREX SLAB

Taiju YONEDA Taku MATSUBAYASHI
 Masanori FUKUYAMA Natsuo HARA
 Tetsuya MISHIMA

Synopsis:

Temporary bar included in PREX SLAB contributes to the improvement of strength of composite slab. If temporary bar can be designed as primary reinforcement, PREX SLAB can be rationalized. It experimented on test for flexural and fatigue strength of beam specimen to understand composite slab. Moreover, it experimented on test for fatigue strength of Truss bar.

Flexural strength of composite slab specimen is corresponding to flexural strength that design temporary bars as primary reinforcement. Fatigue strength of composite slab specimen is more than the equal to strength based on The Design Standard for Railways in Japan. Fatigue strength of Truss bar is more than the equal to D grade based on JSSC.

As the result, the design method including the influence of fatigue strength of reinforcing bars is possible.

1. はじめに

道路渋滞の緩和を目的とした鉄道連続立体交差化事業（以下、鉄道連立事業）は、都市再生のキーワードの基で、優先公共事業の一つに挙げられている。都市部の鉄道連立事業は、狭隘な条件下で営業線を切り回す複雑な施工手順のため、合理的な工法の開発が強く望まれていた。このような背景から当社では、鉄道高架橋のプレキャスト化および急速施工技术（PREcast EXpress 工法 以下、PREX 工法と呼ぶ）を開発してきた。PREX 工法の特徴は、高耐久性埋設型枠（PREX 型枠）とプレストレスを導入したプレキャスト床版（PREX 床版）を用いて揚重機を可能な限り大型化せず、最小の作業スペースで施工できる点である。平成 15 年には、PREX 工法によるスラブスパン 8m の実大スケール施工実験を行っている（写真-1）。さらに、PREX 工法は、財団法人鉄道総合技術研究所より「プレキャスト型枠工法を適用した鉄道ラーメン高架橋の設計・施工指針」および「トラス鉄筋付プレキャスト版を用いた鉄道ラーメン高架橋スラブの設計・施工指針」として指針が発刊されており、すでに実用段階にある。

鉄道ラーメン高架橋スラブの無支保化施工を可能にした PREX 床版は、線路方向の部材間継ぎ手構造にループ継ぎ手を採用することで 2 方向床版としての設計を可能にしている。また、後打ちコンクリート打設時などの架設時荷重に対しては、線路直角方向の剛性をトラス鉄筋と PC 鋼線によって導入されているプレストレスで高めている（図-1）。したがって PREX 床版に内包されている仮設鋼材（以下、ことわりの無い限りトラス鉄筋と PC 鋼線を示す）は、架設時のみでなく完成後の合成スラブの耐力増加にも大きく寄与していることが考えられるため、本体設計に見込むことができれば、さらに合理化を図ることができると考えられる。

そこで本研究は、PREX 床版をさらにコスト削減するため、仮設鋼材を本設鋼材として設計することの可能性について検討したものである。

2. 技術課題と実験概要

2.1 技術課題

PREX 床版の仮設鋼材は、合成スラブの耐力向上に寄与しているため、本設鋼材として見込めれば主鉄筋を削減できる可能性がある。そのためには、剛性および耐力向上に対するトラス鉄筋の影響を明確にするとともに、プレテンション方式のプレストレスを導入した PREX 床版と後打ちコンクリートの合成構造の挙動も明らかにすることが必要である。さらに、仮設鋼材の疲労特性や合成構造としての疲労特性に関しても明らかにしておく必要がある。特にトラス鉄筋は、トップ筋・ボトム筋とラチス筋とが溶接接合されている（写真-2）ため、トラス鉄筋を構造材として有効利用するためには、格点部を含む



写真-1 実大スケール鉄道高架橋モデル

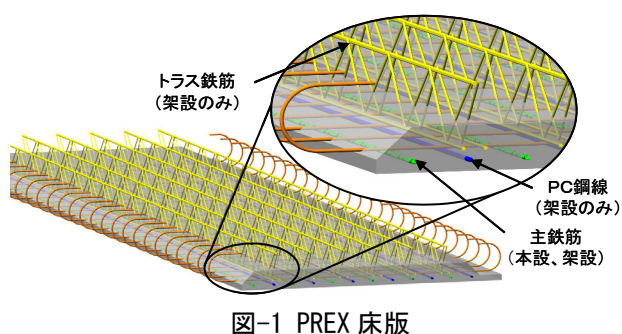


図-1 PREX 床版

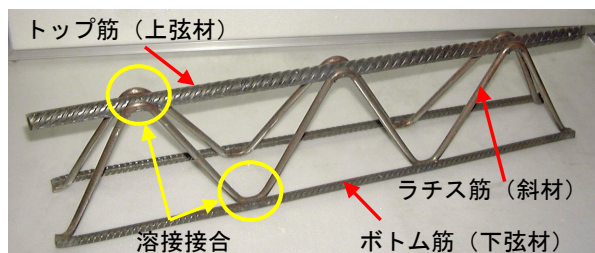


写真-2 トラス鉄筋



写真-3 試験体切出し状況（左）搬出状況（右）

表-1 検討方法一覧

	目的	試験方法
1	曲げ耐力の把握	梁曲げ試験（正曲げ）
		梁曲げ試験（負曲げ）
2	疲労特性の把握	合成床版の疲労試験
		トラス鉄筋の疲労試験

トラス鉄筋としての疲労特性とトラス鉄筋を構成する鉄筋単体の疲労特性を確認しておくことが重要となる。

2.2 検討方法

前述の課題に対して、平成 15 年に実大スケール施工実験で製作されたスラブから梁型に試験体を切り出し（写真-3）、在来工法の試験体と耐力の比較を行った。また、

トラス鉄筋のトップ筋・ボトム筋と PC 鋼線を主鉄筋と合わせて引張鋼材量とし、土木学会「コンクリート標準示方書」（以下、標準示方書）を基に計算した曲げ耐力と実験値の比較を行った。

疲労特性の把握を目的として、切出した梁型の試験体で梁疲労試験を行った。さらに、列車走行時にトラス鉄筋のボトム筋に軸方向引張力が繰返し作用した場合を想定し、トラス鉄筋の疲労特性を把握するため、ボトム筋

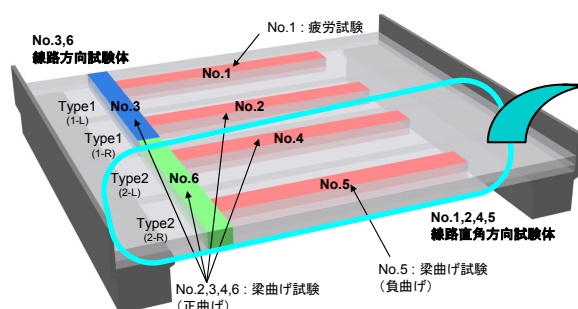


図-2 試験体切出し位置

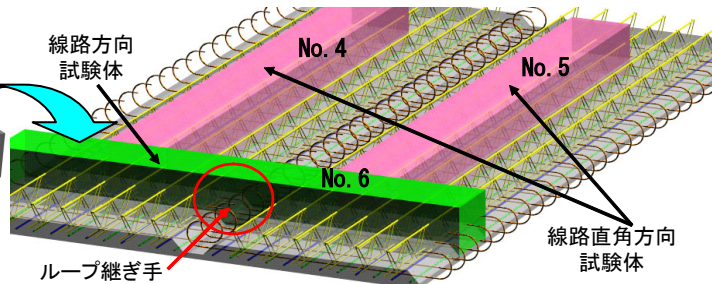


図-3 試験体切出し状況

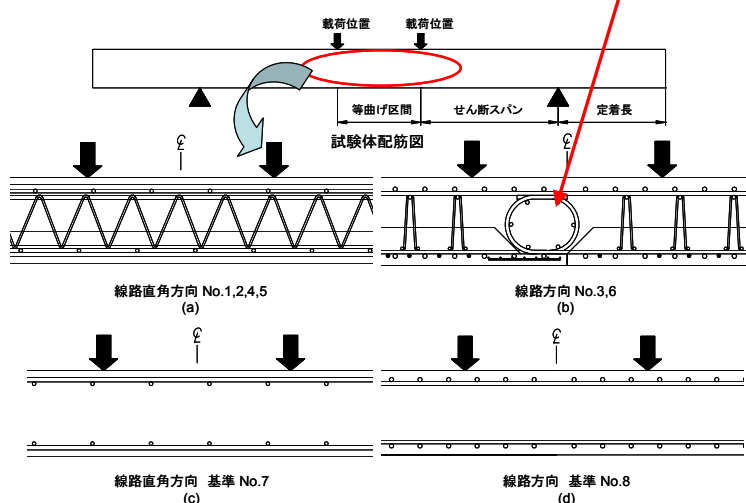


図-4 試験体の形状

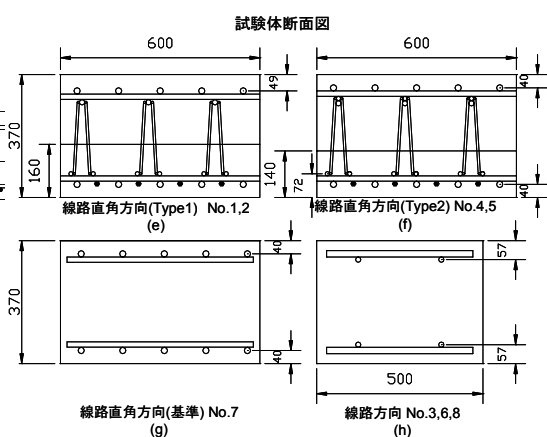


表-2 試験体の条件

試験体名	方向	Pca スラブ	場所打ち (mm)	PCa版 (mm)	等曲げ区間 (mm)	せん断スパン (mm)	定着長 (mm)
No.1	線路直角	Type1	210	160	0	1500	350
No.2	線路直角	Type1	210	160	800	1320	1030
No.3	線路	Type1	210	160	800	1320	580
No.4	線路直角	Type2	230	140	800	1320	1030
No.5	線路直角	Type2	230	140	800	1320	1030
No.6	線路	Type2	230	140	800	1320	580
No.7	線路直角	-	370	0	800	1320	580
No.8	線路	-	370	0	800	1320	580

表-3 コンクリート強度および弾性係数

使用箇所		圧縮強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
Pca床版	1-L	69.7	35.2
	1-R	65.3	32.4
	2-L	68.4	35.7
	2-R	67.3	33.7
場所打ち		34.9	23.7

表-4 鋼材強度および弾性係数

使用箇所	種類			降伏強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
Pca床版	D16			385.8	189
	D19			374.9	192
	トラス鉄筋	トップ筋	D13	298.9	186
			D16	303.1	194
		ラチス筋	φ8	468.2	225
		ボトム筋	D13	298.9	186
	PC鋼線(SWPR7BL)			1766.4	199
場所打ち	D16			403.4	198
	D19			396.3	194

表-5 梁曲げ試験体の計算耐力

試験体名	曲げ耐力 Mu (kNm)	終局荷重 Pu/2 (kN)	せん断耐力 Vu (kN)	せん断余裕度 Vu/(Pu/2)
No.1	391.0	261.0	353.8	1.36
No.2	508.7	385.4	445.8	1.16
No.3	54.0	40.9	329.3	8.05
No.4	508.8	385.5	445.8	1.16
No.5	273.7	207.4	476.6	2.30
No.6	55.8	42.3	329.3	7.78
No.7	179.4	135.9	417.0	3.07
No.8	56.1	42.5	334.9	7.88

溶接部を切出して疲労試験を行った。表-1 に検討方法の一覧を示す。

2.3 実験概要

(1) 実大スケール鉄道高架橋モデル

PREX 床版を用いた実大スケール施工実験は、一方は PCa スラブ厚が 160mm でトラス鉄筋トップ筋に D16 を 1 本だけ用いた Type1, 他方は PCa スラブ厚が 140mm でトラス鉄筋トップ筋に D13 と D16 の 2 本を用いた Type2 を用いて行った。合成スラブの厚さは Type1 および Type2 のどちらも 370mm である。PREX 床版の配置状況と試験体切出し位置を図-2 に示す。

(2) 試験体について

No.1,2,4,5 は線路直角方向に切出した試験体であり、トラス鉄筋およびプレストレスの導入されている方向と一致する。No.3,6 は、線路方向に切出した試験体であり、梁試験体の中央にループ継ぎ手を含んでいる（図-3）。No.7,8 は、線路直角方向および線路方向について在来工法で製作した基準試験体であり、PREX 床版を用いた合成スラブから仮設鋼材を除いた主筋の配筋状態と同じである。各試験体の形状を図-4 に示す。No.2,3,4,6,7,8 は梁曲げ試験（正曲げ）No.5 は梁曲げ試験（負曲げ），No.1 は疲労試験に供した。正曲げは、列車荷重等によるスラブ中央付近の曲げについて、負曲げはスラブ端部に発生するモーメント状態を評価するために行った。



写真-4 線路直角方向試験体破壊状況

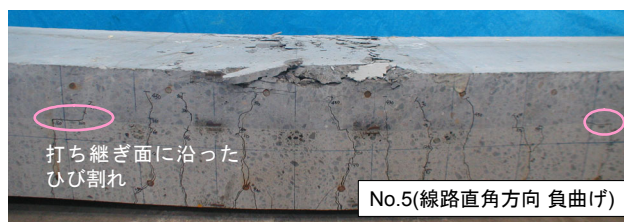


写真-5 負曲げ試験体破壊状況

(3) 载荷および計測方法について

梁曲げ試験は、2 点载荷で行い、等曲げ区間 800mm、せん断スパン 1320mm とした。線路直角方向の No.2,4,5 に関しては、切出し時のプレストレス減少を避けるため、定着長を長くした。等曲げ区間内では、非接触型変位計を用いて曲げひび割れ幅を直接計測した。

梁疲労試験は、1 点载荷で行い、せん断スパン 1500mm とした。試験体の条件を表-2 に示す。コンクリートおよび使用鋼材の物性値を表-3、表-4 に示す。また、各試験体の曲げ耐力とせん断耐力の計算値を表-5 に示す。

3. 梁曲げ試験

3.1 線路直角方向

(1) 正曲げについて

写真-4 に線路直角方向試験体 No.2,4,7 の破壊状況を示す。今回の実験では、終局状態を上部圧壊時として载荷終了、除荷を行った。No.7 は、斜め方向に大きなひび割れが生じている。これは、上部圧壊直後にせん断破壊したものであり、梁曲げ試験のスパンが実構造物のスパンより小さいことによる影響と考えられる。No.2,4 試験体のせん断スパンにおいても斜めのひび割れの発生が確認されている。しかし、基準試験体のようなせん断破壊にまで達することはなかった。これは、トラス鉄筋のラチス筋によるせん断補強効果があったためと推定できる。

図-5 に線路直角方向試験体の荷重-変位関係を示す。No.2,4 の曲げ耐力および剛性は、No.7 よりも増加するこ

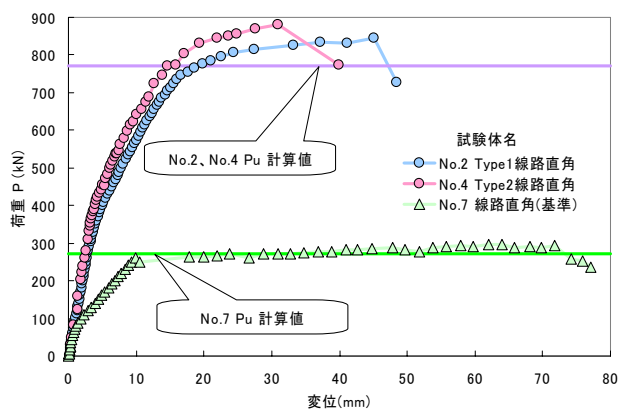


図-5 線路直角方向曲げ耐力

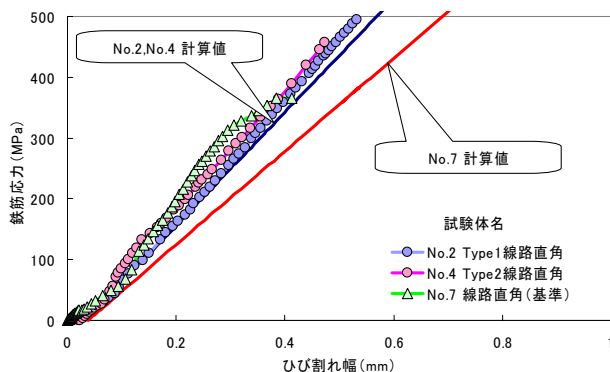


図-6 線路直角方向ひび割れ幅

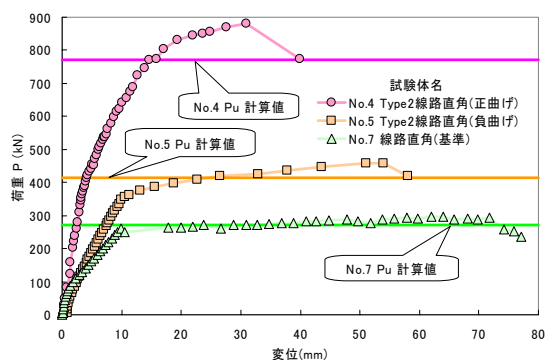


図-7 負曲げ曲げ耐力比較 (Type2)

とが確認された。さらに、No.2,4 の曲げ耐力は、計算値を若干上回る結果となった。

図-6 に線路直角方向 No.2,4,7 試験体のひび割れ幅についての結果を示す。ひび割れ幅についても標準示方書を基にした計算値と比較をおこなった。No.2,4 のひび割れ幅は、計算値と良く一致した結果となった。特に、No.7 の降伏以降においても曲げ耐力の大きい No.2,4 のひび割れ幅は、計算値と良く一致していた。

(2) 負曲げについて

No.5 負曲げ試験体の破壊状況を写真-5 に示す。載荷点内側の等曲げ区間のひび割れは、一度 PREX 床版との打ち継ぎ面で止まった後に、垂直に PREX 床版へ成長した。これは、PREX 床版のプレストレスによる影響と考えられる。また、PREX 床版のひび割れ幅は、引張側の鉄筋が降伏するまでほとんど拡大しなかったが、鉄筋の降伏後は急速にひび割れ幅が拡大し、上部が圧壊して終局状態となった。一方、せん断スパンのひび割れは、若干打ち継ぎ面に沿って進んだ後に PREX 床版へ進むことが観察された。しかし、試験体の破壊後も PREX 床版と後打ちコンクリートとの境界面における顕著な肌別れは確認されなかった。

図-7 に線路直角方向試験体(Type2)の No.4 正曲げ、No.5 負曲げ、No.7 基準試験体の荷重-変位関係を示す。Type2 PREX 床版を用いた合成スラブ試験体の曲げ耐力と剛性は、正曲げ、負曲げ共に No.7 在来工法試験体を上回る結果となった。また、負曲げの曲げ耐力も、計算値と一致した結果となった。

図-8 に Type2 PREX 床版を用いた試験体のひび割れ幅と鉄筋応力度の関係を示す。正曲げ試験体と比較すると負曲げ試験体のひび割れ幅は大きくなる傾向が見られたが、標準示方書の計算値と比較すると負曲げ試験体の実験結果は計算値とよく一致した結果となっている。

3.2 線路方向

写真-6 にループ継ぎ手を含む線路方向試験体の破壊状況を示す。線路方向 No.3,6 試験体のひび割れは、最初に PREX 床版接合部の目地になっている部分からひび割れ幅

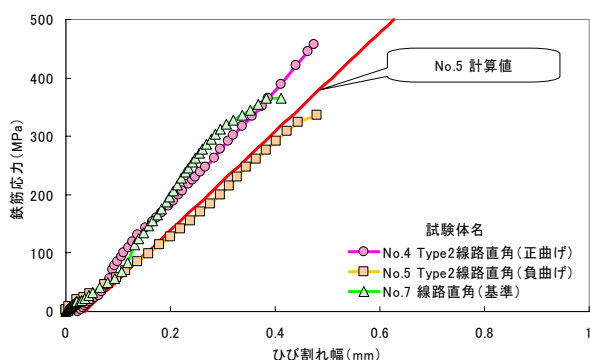


図-8 負曲げひび割れ幅比較 (Type2)

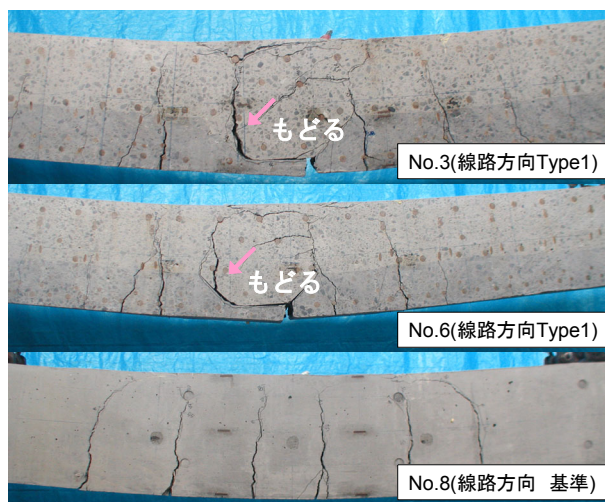


写真-6 線路方向試験体破壊状況

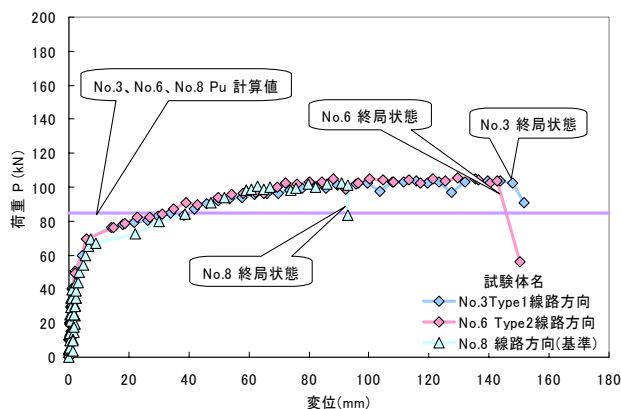


図-9 線路方向曲げ耐力

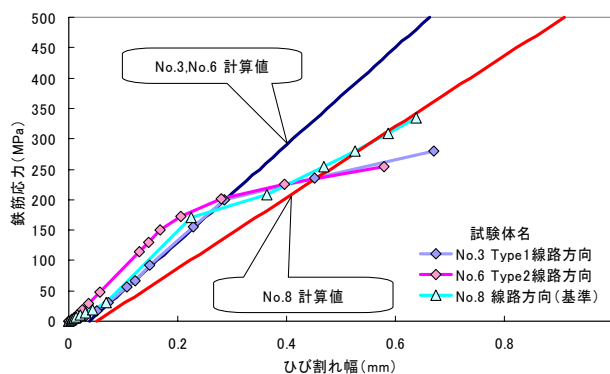


図-10 線路方向ひび割れ幅

が拡大した。その後、PREX 床版と場所打ちコンクリートの境界面に沿って円を描くように成長しながら斜め下へ戻る複雑な現象が観察された。

線路方向試験体の荷重-変位関係を図-9 に示す。線路方向試験体の曲げ耐力および剛性は、基準試験体とほぼ同じ結果となった。曲げ耐力は、No.3,6,8 の全てにおいて計算値と良く一致した結果となっている。終局状態までの変形量に関しては、No.3,6 共に基準試験体よりも 1.5 倍程度向上する結果となった。

以上より、ループ継ぎ手を含む線路方向試験体の曲げ耐力は、在来工法と同等であり、じん性は在来工法よりも向上することが確認された。

図-10 に線路方向試験体のひび割れ幅と鉄筋応力度の関係を示す。No.3,6 と No.8 基準試験体のひび割れ幅と鉄筋応力度増加量の関係を比較すると、ほぼ同等の性能を有しており、PREX 床版接合部の目地部分のひび割れ幅は在来工法試験体のひび割れ幅と同等に評価できると考えられる。

3.3 梁曲げ試験結果のまとめ

PREX 床版を用いた合成スラブ試験体の線路直角方向の曲げ耐力は、トラス鉄筋と PC 鋼線を引張鋼材として設計した曲げ耐力と一致した。また、せん断耐力もトラス鉄筋のせん断補強効果によって向上することが確認できた。線路方向の曲げ耐力は、在来工法と同等であったが、終局状態までの変形性能は、在来工法より 1.5 倍程度向上することが確認された。

PREX 床版を用いた合成スラブの曲げ耐力およびひび割れ幅は、標準示方書を基にした計算方法によって評価が可能であることがわかった。

4. 梁疲労試験

4.1 梁の疲労試験結果

載荷方法は、下限荷重を試験体にリバウンドが生じないように 9.8kN (1tf) とし、上限荷重は 226kN (23tf) とした。なお、上限荷重は、梁の引張鋼材に生じる応力度から「鉄道構造物等設計標準・同解説」（以下、鉄道標準）を基に PC 鋼線が疲労破断する回数を 426000 回、PC 鋼線初期応力を 1090MPa として計算した値である。図-11 に PC 鋼線と鉄筋の S-N 線図を示す。計算によれば、PC 鋼線の疲労破断が鉄筋に先行して生じることが明らかである。

実験では、426000 回で PC 鋼線の破断は確認されなかった。したがって、500000 回まで載荷した後、さらに 284kN (29tf) まで上限荷重を増加して 100000 回の載荷を行ったが、PC 鋼線の破断は生じなかった。

この試験結果を、226kN (23tf) の等価繰返し回数として式〔1〕より算出すると 838,000 回となる。したがって、試験体の疲労強度を実験で測定することはできなかった

ものの、疲労寿命の計算値 426,000 回に対して、十分な疲労耐久性を有していることは明らかとなった。

$$N = \sum_{i=1}^m n_i \cdot \left(\frac{M_{ri}}{M_{rd}} \right)^{1/k} \quad [1]$$

ここに、

- N : 設計変動断面力に対する等価繰返し回数
- k : 鋼材の S-N 曲線の勾配を表す定数 PC 鋼線 0.19
- n_i : 変動断面力による一定振幅幅の繰返し回数
- M_{ri} : 変動断面力
- M_{rd} : 設計変動断面力

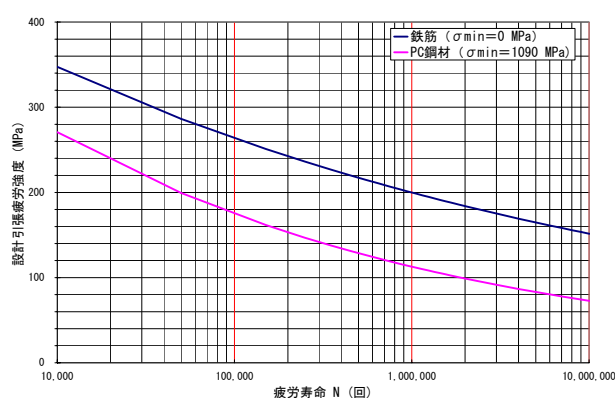


図-11 PC 鋼線およびトラス鉄筋の疲労強度

4.2 試験体の観察結果について

60 万回繰返し載荷終了時、PREX 床版と後打ちコンクリートの打ち継ぎ面に微細なひび割れは入っていたが、一体性を失うようなひび割れは生じていなかった（写真-7）。また、PC 鋼線定着部にも引き込まれは発生していなかった。



写真-7 梁疲労試験後のひび割れ状況

載荷後に試験体をはつり、PC 鋼線およびトラス鉄筋を目視確認したところ、健全な状態のままであった（写真-8）。PC 鋼線が破断しなかったため、疲労強度を明らかにすることはできなかったが、PC 鋼線的设计疲労強度に対しては、安全であるということは明らかとなった。一方、PC 鋼線、トラス鉄筋とも疲労破断に至らなかった

め、どちらの疲労破断が先行するのかは明らかにならなかった。



写真-8 梁疲労試験後の鉄筋はつり状況

5. トラス鉄筋単体の疲労試験

5.1 試験体および使用材料について

本研究で用いたトラス鉄筋の規格を表-6 に示す（強度等は JIS 規格値である）。表中の鉄筋 A はボトム筋、鉄筋 B はトップ筋およびボトム筋に溶接されたラチス筋である。また、試験体の掴み部近傍における破断防止を目的として、図-12 に示すように掴み部に直径 21mm(内径 15mm)、長さ 90mm の鋼管を試験片の両端部に装着し、内部をエポキシ樹脂接着剤により充填した。

5.2 载荷方法について

試験は、ラチス筋を溶接したトラス鉄筋試験体「溶接試験体」と「溶接なし試験体（鉄筋 A のみ）」を合計 22 体用いて実施した。実験は、全ての試験において最小荷重を 2.0kN とし、所定の振幅で疲労試験を行った。

表-6 トラス筋使用鋼材規格値

鉄筋	規格	降伏点 (MPa)	引張り強度 (MPa)	呼び名	公称直径 (mm)	公称断面積 (cm ²)	ふしの平均 間隔の最大値 (mm)	ふしの高さ の最小値 (mm)	ふしの隙間の 和の最大値 (mm)
A	SD295A	295<	440-660	D13	12.7	1.267	8.9	0.5	10
B	SWM-B	-	320-880	-	8	0.503	-	-	-

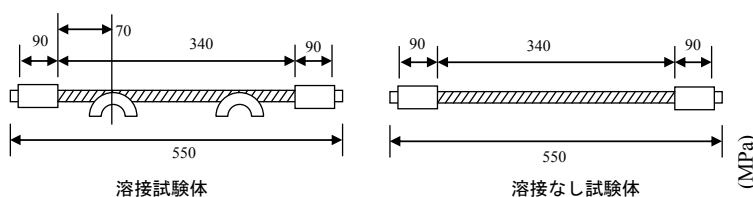


図-12 トラス筋疲労試験体

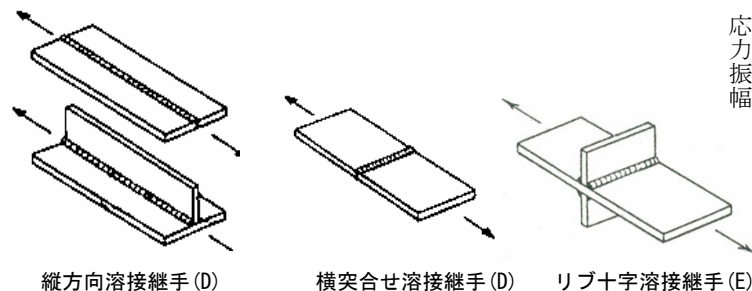


図-14 D, E 等級に分類される代表的な溶接継手

5.3 疲労試験結果

(1) 疲労強度について

疲労試験結果を図-13 の S-N 線図上に示す。図中には、疲労試験結果に加えて、日本鋼構造協会の「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」（以下、疲労設計指針）に示されている疲労強度等級分類、および鉄道標準で示される異形鉄筋の設計疲労強度線も併せて示している。図中の矢印 (run out) は、所定の回数においても疲労亀裂が発生していないことを示している。

溶接なし試験体では鉄道標準で示される疲労強度を満足することを実験によって再確認できた。溶接試験体では、疲労強度が溶接なし試験体の 60%程度まで低下することが明らかとなり、S-N 線図上の傾きは、疲労設計指針の疲労強度等級曲線に近い傾向を示す結果となった。また、標準示方書に示される「溶接部の疲労強度は母材の 50%として良い」という規定を満足する結果であり、疲労設計指針の疲労強度等級と比較すると、D 等級と評価できることがわかった。D 等級に分類される代表的なものは、縦方向溶接継ぎ手、横突合せ継ぎ手などであり、E 等級に分類される代表的なものは荷重非伝達型リブ十字隅肉溶接継ぎ手である（図-14）。

(2) 疲労亀裂の状況

試験終了後に破断していないラチス筋溶接部分に疲労亀裂が発生しているかどうかを MT (磁粉探傷) にて観察した。観察状況を写真-9 に示す。また、写真-10 に破断部の拡大写真を示す。疲労亀裂は、ラチス筋と主鉄筋と

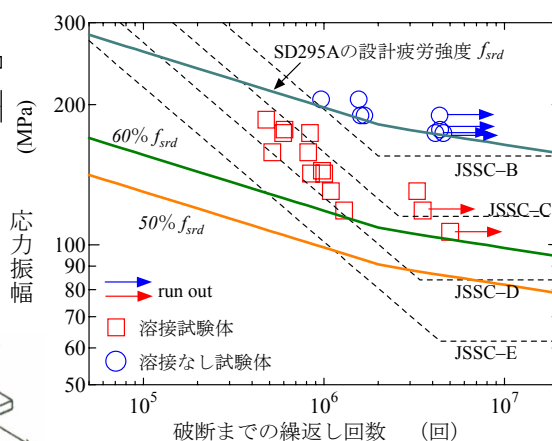


図-13 疲労試験結果

の溶接部の端部に発生した後、進展し破断している。溶接なし試験体で破断した試験体の亀裂の発生位置は、ふしの断面急変部であり、ふしによる応力集中を起点として発生していた。

実験より、疲労亀裂の発生は溶接部から発生することが確認され、溶接部の疲労強度は、疲労設計指針の疲労強度等級で D 等級を満足するとして定量的に把握することができた。したがって、これらを考慮した設計を行うことでトラス鉄筋を線路直角方向の本設鋼材として計上することが可能になると考えられる。

6. まとめ

PREX 床版を用いた合成スラブの曲げ耐力と疲労強度、トラス鉄筋溶接部疲労強度の特性を把握することを目的として検討を行い、実験結果から仮設鋼材を本設鋼材として設計するための見通しを得ることができた。本研究で得られた結論を以下に示す。

6.1 耐力について

- (1) PREX 床版を用いた合成スラブ試験体の線路直角方向の曲げ耐力は、トラス鉄筋と PC 鋼線を引張鋼材として設計した曲げ耐力と一致した。
- (2) せん断耐力もトラス鉄筋のせん断補強効果によって向上することが確認できた。
- (3) 線路方向の曲げ耐力は、在来工法と同等であり、終局状態までの変形性能は、在来工法より 1.5 倍程度向上する。

6.2 疲労強度について

- (1) PREX 床版を用いた合成スラブの疲労強度は、「鉄道構造物等設計標準・同解説」を基にした疲労強度で評価すれば、安全側である。
- (2) トラス鉄筋単体としての疲労強度は、「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」の疲労強度等級と比較すると、D 等級を満足することが確認された。また、S-N 線図上の傾きも、「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」の疲労強度等級曲線に近い傾向を示すことがわかった。

謝辞：本研究は、飛島建設（株）、日本カイザー（株）、当社の共同研究として実施されました。また、本研究の実施にあたり、高知工科大学社会システム工学科島弘教授、穴見健吾講師にご指導を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書・構造性能照査編，2002
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説—コンクリート構造物，平成 16 年

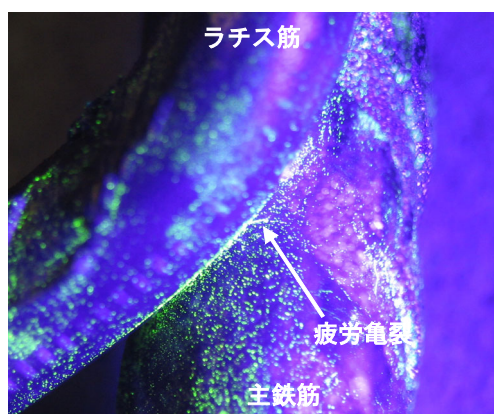


写真-9 未破断部分の疲労亀裂



写真-10 ラチス筋を取り外した状況

- 3) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，1993
- 4) 山田尚義，三島徹也，原夏生，肥沼年光：ハーフプレキャスト合成スラブ下端鉄筋の定着方法に関する実験的検討，前田建設技術研究所報 Vol.44，pp.15～20，2003
- 5) 山田尚義，福山雅典，原夏生，三島徹也，大屋戸理明，谷村幸裕：鉄道高架構造物へのプレキャスト型枠の適用に関する研究，前田建設技術研究所報 Vol.42，pp.17～24，2001
- 6) 近藤眞生，三島徹也，山田尚義，柏原茂，谷村幸裕，佐藤勉：鉄道高架構造物の施工の合理化に関する研究，前田建設技術研究所報 Vol.41，pp.1～8，2000
- 7) 中島良光，三島徹也，田畑稔，秦宗之，戸塚信弥，佐藤勉：鉄道高架構造物へのプレキャスト型枠の適用に関する研究，前田建設技術研究所報 Vol.39，pp.25～32，1998
- 8) 鈴木顕彰，中島良光，三島徹也，渡部正：プレキャスト型枠の鉄道高架構造物への適用に関する研究，前田建設技術研究所報 Vol.37，pp.39～44，1996