# 技 術 資 料

# ハイブリッド橋脚の接合部構造に関する基礎的検討<sup>†</sup>

高	島		洸*	Takeshi Takashima
森	本	精	洋**	Akihiro Morimoto
小	林	洋	***	Yoichi Kobayashi
飯	村		修****	Osamu Iimura
由	井	洋	***** 	Yozo Yui

# A Preliminary Study on the Connection of a Hybrid Pier composed of a Steel Beam and RC Column

# Synopsis

This paper proposes basic types of new connections for T figured hybrid piers composed of a steel beam and reinforced concrete column (RC column).

One type is that the reinforcing bars of the RC column are inserted into the beam's connection box and fastened mechanically on the upper flange by nuts. Another is that the inserted reinforcing bars are anchored to a concrete filling in the beam's connection box. After model tests of these connections, the following results were obtained.

- (1) The load carrying mechanism on the interface between the steel beam and RC column is almost described by the conventional theory for reinforced concrete, assuming the cross section remains plane.
- (2) The connection type with the concrete filling is superior to the other type because of an increase of energy absorption for cyclic loading and a decrease of the connection's rotative deformation. However, considering the actual bending moment distribution of the pier, even the latter type is available.
- (3) The connection stresses of the type without concrete are predicted by the conventional design formulas for the connection of a steel pier.

# 1. 緒 言

EW

RO-ER-ND

\$46

**}**強

85)

近年の都市内高速道路は新しい建設用地の確保が困難 な状況にあるため,既存の一般街路の中央分離帯などを

†	1991年9月	12日原稿受	:付		
*	東京本社	調査役			
**	近畿大学	講師 工博	(元	土木技術研究室	室長)
***	東京本社	土木技術研	究室	副主任研究員	,
****	"	土木鉄構技	術部	次長	
****	11	土木鉄構開	発室	参事	4

利用して高架橋形式で建設する場合が多くなっている. しかし,高架橋の橋脚に横はりの張出し長が大きい RC 橋脚を建設する際の問題として,橋脚自体がトップへ ビー構造であるため地震外力に対して脚柱断面が大とな り,中央分離帯に納まりにくいこと,また横はりコンク リートの打設・養生時に支保工が既存道路上に広がり, 長い期間にわたって橋下交通に支障が出ること,などが 挙げられる.

これらの問題に対し,第1図に示すように横はり部を

鋼構造,脚柱部を RC 構造とした混合構造橋脚<sup>1)</sup>(以下, ハイブリッド橋脚と称す)は,横はり部の軽量化による 脚柱及び基礎工の断面縮小,並びに工場製作が可能なこ とによる横はり施工の迅速化,などを図ることができ, 都市内 RC 橋脚の施工面の改善に有望な形式と考えられ る.

そこでハイブリッド橋脚の特徴となる接合部構造について、模型実験により荷重伝達特性を確認し、最適構造 を見いだすための基礎検討を実施したので、その結果を 報告する.



第1図-ハイブリッド橋脚の概要

# 2. 実験内容

### 2.1 実験の種類

ハイブリッド橋脚の構造検討にあたって、横はり張出 し部並びに脚柱部の主構造は、前者が鋼製橋脚に同等, 後者が RC 橋脚に同等とし、接合部の近傍範囲を検討対 象と判断した.

本研究では適当な接合部構造を見いだすため,次の3 種類の耐荷力実験を実施した.

(i) 接合面の曲げ卓越型耐荷力実験 [M シリーズ]

(ii) 接合面のせん断卓越型耐荷力実験 [S シリーズ]

(iii) 横はり接合部の耐荷力実験 [B シリーズ]

なお,実験名中の接合面とは RC 脚柱天端と横はりの 境界面と定義し,横はり接合部とは横はりの張出し部に 挟まれ,かつ RC 脚柱上に位置する横はりボックス部と 定義した.

また通常の橋脚形状には T 形, ラーメン形並びに L 形, などがあるが,本研究では既存街路の中央分離帯への建 設を想定し,橋脚形状は T 形を対象とした.

# 2.2 接合面の曲げ卓越型耐荷力実験 [M シリーズ] 2.2.1 供試体

供試体は想定した T 形ハイブリッド橋脚の縮尺約1/10の接合部模型3体と,比較対象とした従来の T 形 RC 橋脚の接合部模型1体の計4体であり,形状を第2図に示す.



第2図-供試体形状 [M シリーズ]

実験に用いたハイブリッド橋脚の接合部構造では,い ずれもRC脚柱の主鉄筋を脚柱天端上に延長し,そのま ま接合材として利用した.供試体M-SNは,ボックス 状の鋼製横はりに脚柱主鉄筋を貫通させて上フランジに ナット締結した接合部内非充てん型構造である.供試体 M-SCは横はり接合部内へのコンクリート充てんによ り脚柱主鉄筋を定着した接合部内充てん型構造であり, 本供試体のみ横はり接合部のウェブとダイヤフラムに縞 鋼板を使用した.また,供試体M-SCNはナット締結 と付着定着とを併用した構造である.更に供試体 M-RCは脚柱主鉄筋を接合部内に折曲げ定着し,従来 RC橋脚と同様構造のRC形式である.本実験では接合 面での荷重伝達性能の確実な把握を目的に,供試体の横 はり耐力は脚柱部の約2.5倍に設定した.

なお,脚柱天端面には超早強セメントペースト(ジェッ トセメント)を敷き,その硬化前に横はりをセットして

1.

ł

1



#### 第3図-実験方法 [M シリーズ]

接合面での応力伝達の均一化を図った.更にナット締結 を用いた供試体 M-SN と M-SCN では,締結ナットを トルク管理して接合面に合計118 kN の軸圧縮力を作用 させた(主鉄筋導入応力68.6 N/mm<sup>2</sup>, コンクリート平 均圧縮応力度1.18 N/mm<sup>2</sup>).

# 2.2.2 実験方法

T 形橋脚脚柱部の地震時のモーメント分布は, 接合部 近傍が最小, フーチング近傍が最大となるのに対し, 本 実験では接合部の耐荷力を明確に把握するため, 第3図 のように接合面に最大モーメントが発生する載荷方式と した. 接合面の曲げモーメント Mとせん断力 Qの関係 は, 脚柱断面の有効高さを Dとすると M/QD=2.4で あり, 曲げモーメントの影響が大きい載荷条件である.

荷重の与え方は静的な正負繰返し載荷方式とし,繰返 し載荷の管理は脚柱主鉄筋の応力計算値が常時の許容応 力相当( $\delta_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2$ )となる載荷荷重,並びに主鉄 筋規格降伏点を代入した地震時相当の計算降伏荷重( $\sigma_s$ = 343 N/mm<sup>2</sup>)で荷重制御を行い,その後,載荷点変位 が計算降伏荷重時の変位の偶数倍に達した時に変位制御 を行った.繰返しサイクル数は3である.なお上記の鉄 筋応力は載荷前の導入軸応力を無視し接合面の平面保持 を仮定した RC 計算によって行った.

# 2.3 接合面のせん断卓越型耐荷力実験 [Sシリーズ]2.3.1 供試体

本実験に用いた接合部供試体3体は縮尺約1/7のハ イブリッド橋脚模型であり,形状を第4図に示す.



供試体 S-SN と S-SNK は曲げ卓越型耐荷力実験と同様の接合部内非充てん型構造であるが,供試体 S-SNK では,接合面における横はりから RC 脚柱への水平せん 断力伝達を確実にするため,横はり下フランジの接合面 側に高さ10 mm のシアコネクターを取付けた.また,供試体 S-SC は横はり接合部内にコンクリートを打設し た接合部内充てん型構造である.

接合部内非充てん型構造の2体には,接合面に合計 62.6 kN の軸圧縮力を作用させた(主鉄筋導入応力は常 時許容値の10%程度  $\sigma_s = 18 \text{ N/mm}^2$ , コンクリートの平 均圧縮応力度0.28 N/mm<sup>2</sup>).

## 2.3.2 実験方法

せん断卓越型耐荷力実験の載荷方法は曲げ卓越型耐荷 力実験と同様であるが,接合面に対する曲げモーメント Mとせん断力 Qの関係を実橋脚の橋軸直角方向に関す る地震時の M, Qの荷重条件にほぼ一致させ, M/QD =1.67とせん断力の影響が大きい載荷条件とした.加力 は静的な正負繰返し載荷方式とし、繰返し載荷方法は曲 げ卓越型耐荷力実験と同一である.

# 2.4 横はり接合部の耐荷力実験 [B シリーズ]

#### 2.4.1 供試体

本実験に用いた供試体3体の接合部の縮尺外形はせん 断卓越型耐荷力実験のそれと同一であるが、横はり側の 耐荷特性を検討するため供試体は横はり接合部で破壊さ せる設計とした.したがって横はり鋼材厚はせん断卓越 型耐荷力実験の1/2~1/3とした.

供試体形状を**第5**図に示す.供試体 B-SN は接合部 内非充てん型構造,供試体 B-SC は接合部内充てん型 構造である.供試体 B-SC では横はり接合部の簡素化 の可能性を検討するため,充てんコンクリートの荷重分 担効果を期待して横はり接合部の鉛直補剛材を省略した.







# 第5回-供試体形状 [Bシリーズ]

また供試体 B-SNP は接合部内非充てん型としつつ、脚 柱主鉄筋の周囲部分のみにモルタルを注入して、接合部 内の荷重分担を図った接合部構造とした.

# 2.4.2 実験方法

横はり接合部を破壊させる本実験では、接合部への作 用力を単純化するため接合面にせん断力(接合面の面内 水平方向力)が作用しない載荷方式とし,第5図に示す

方法で横はり接合部のウェブに大きなせん断力を作用さ せた.加力は横はりの両端へ隅力を与え,静的な単調載 荷を行った.

# 2.5 供試材料の性質

3種類の実験に使用した鋼材の機械的性質を第1表に, コンクリートとモルタルの性質を第2表に示す.

					第1衣一供試調的の機械的性負					(TP 数= 2)		
実験	鋼材分	}類			項目	材 質	降 伏 点 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	伸 び (%)	適用供試体		
M シリーズ	横はり	フジ	ラ ン ヤフ・	ジラム	鋼板 t 9	SS 400	264	423	28.9	共通 M-SN,-SCN		
		ダイ	ヤフ	ラム	縞鋼板 t 9	SHC 400	276	383	30.1	M-SC		
		接 下 フ	合 ラン	部 / ジ	鋼板 t 12	SS 400	267	437	27.8	共 通		
		ウェ		鋼板 t 6	SS 400	299	377	26.2	M-SN,-SCN			
			Т	/	縞鋼板 t 6	SHC 400	341	445	25.4	M-SC		
		主	鉄	筋	D 16	SD 905	336	501	23.8	M-RC		
	脚 柱 主 鉄 筋			筋	D 10	50 255	359	509	25.7	共 通		
Sシリーズ	横	は		ŋ	鋼板 t 9	SS 400	353	432	28.3	井 泽		
	脚柱	主	鉄	筋	D 13	SD 295	366	537	25.1	开 通		
Bシリーズ		フランジ	鋼板 44 5	SM 400	426	534	17.8	B-S				
	横はり		-	到时代人 14.5	511450	402	525	17.1	B-SNP,-SC			
		ウ	I	ブ			361	411	26.8	B-SN		
		ダイヤフラム	鋼板 t4.5	SS 400	333	397	26.7	B-SNP				
		桶	* 相 阿 1 杯				266	372	29.1	B-SC		
	脚 柱	主	鉄	筋	D 19	SD 345	420	592	29.6	共 通		

第1表-供試鋼材の機械的性質

第2表-コンクリート類の性質

-			₩ 2	☆-コンクリ	「「類の性	<u>負</u> (	TP 数= 3)
実験	}類	項	E	圧 縮 強 度 (N/mm <sup>2</sup> )	引 張 強 さ (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	適用供試体
	脚	柱	部	20.2	2 72	$2.49 \times 10^{4}$	共 通
M シリーズ	横	は	) 部	20.5	2.72	2.40 \ 10	M-RC
	接	合普	祁 内	16.2	1.70	$1.88 \times 10^{4}$	M-SCN,-SC
	脚	柱	部	23.7	2.28	$2.34 \times 10^{4}$	共 通
Sシリーズ	接	合著	祁 内	27.9	2.33	$2.52 \times 10^2$	S-SC
	シアコネクター 部注入モルタル			26.8			S-SNK
	脚	柱	立汉	35.5		$2.85 \times 10^{4}$	B-SN,-SNP
			ЧП	41.6	3.11	$2.75 \times 10^{4}$	D SC
B シリーズ	接	合善	兆 内	40.2	3.46	$2.79 \times 10^{4}$	D-30
5	接て充て	合部内 (んモ)	部分 レタル	33.8			B-SNP

加力 は曲

せん 側の 壊さ 卓越 合部 ん型

i素化 重分 らした.

# 3. 実験結果と考察

# 3.1 接合面の曲げ卓越型耐荷力実験 [M シリーズ]

# 3.1.1 耐荷力

本実験における荷重と載荷点変位の関係を**第6**図に示 す.いずれの供試体も引張側の脚柱主鉄筋の降伏ととも に載荷点変位が急に増加する傾向にある.また最大耐力 も接合面位置の RC 脚柱断面に対して終局計算を行った 破壊抵抗曲げモーメント相当荷重にほぼ一致している. これより,接合面の曲げモーメントに関する荷重伝達は, RC 慣用理論<sup>2)</sup>で用いている平面保持の仮定が成立する 状態になっているものと考えられる<sup>3)</sup>.なお平面保持仮 定には接合部の剛性が影響すると考えられるので,実際 に必要とされる横はり接合部形状での剛性において平面 保持の仮定の検討が必要と考えられる.

#### 3.1.2 繰返し性状

第6図において,ハイブリッド橋脚供試体の繰返し耐 荷挙動を比べると,接合部内にコンクリートを充てんし た供試体 M-SC, M-SCN のエネルギー吸収性能は比較 的良好であるが、非充てん型供試体 S-SN では主鉄筋 の降伏とともに荷重反転の際に大きなスリップが認めら れる.非充てん型のスリップ挙動の原因は、一つはモデ ル化のため行った主鉄筋のナット締結部のねじ切り加工 により、主鉄筋の有効断面積が減少し早く降伏したこと、 もう一つはロンググリップになっている接合部内の主鉄 筋の伸びが全長で累積されること、などの影響でナット 締結部と横はり上フランジ間にすき間が生じたためと考 えられる.これに対する実橋脚の施工における対処方法 として、すき間の第1の原因には脚柱上部の主鉄筋をね じふし鉄筋として有効断面積を減少させないことが考え られる.また、第2の原因については、地震設計荷重時 に脚柱部のモーメント分布が接合部近傍で最小となる T 形橋脚の場合、接合部近傍の主鉄筋応力は十分な余裕を 有し、実用的に耐力上の問題はないと予想される.

なお,主鉄筋の定着機構が RC 構造に類似的な接合部 内充てん型の供試体 M-SC, M-SCN のエネルギー吸収 性能は,大略,従来 RC タイプの供試体 M-RC に劣ら ないものであった.



第6図-荷重と載荷点変位の関係 [Mシリーズ]

-210-

### 3.1.3 接合部の変形特性

は主鉄筋

プが認めら

-つはモデ

じ切り加工

犬したこと,

昭内の主鉄

響でナット

たためと考

6 対処方法

主鉄筋をね

ことが考え

設計荷重時 小となる T

分な余裕を

的な接合部 ルギー吸収

RC に劣ら

hz.

50

50

m)

m)

第7図は、各供試体の接合面位置で脚柱コンクリート と横はり下フランジとの間の肌離れ変位を測定し、それ より求めた接合部の回転変形について正載荷時の最大値 を包絡線として比較したものである.

弾性的挙動の上限荷重に近い100 kN付近を比べると, 接合部内充てん型の供試体 M-SC 並びに M-SCN の回 転変形量は従来 RC タイプの供試体 M-RC とほぼ同等 であり、コンクリート充てんによって、RC 橋脚に近い 定着性能が得られたものと推定される. また, 接合部内 充てん型供試体の回転変形量は非充てん型供試体 M-SN の1/2~1/3であり, 接合部の回転変形の制 御に接合部内へのコンクリート充てんが有効である.こ れは充てんコンクリートの応力分担によって引張側主鉄 筋の伸びが著しく抑制されたためと考えられる.充てん 型供試体2体の構造上の差異は、主鉄筋上端の締結用 ナットの有無と横はり接合部のウェブ及びダイヤフラム に使用した鋼板の突起の有無である. 図示していないが, ナット締結を併用した供試体 M-SCN の脚柱主鉄筋の ひずみ分布によれば、少なくとも荷重100 kN までは主 鉄筋が付着力のみで定着されており、ナットの寄与はわ ずかといえる. またこれより類推すると、本実験の条件 では供試体 M-SC の横はり接合部に用いた突起付き鋼 板(縞鋼板)が主鉄筋の定着性能に及ぼす影響は小さいと 推定される.

#### 3.1.4 ひび割れ性状

**第8**図に最大耐力時の供試体 RC 部分のひび割れ観察 例を示す.ハイブリッド橋脚供試体と RC 橋脚供試体を 比べると,脚柱部はほぼ同様のひび割れ状況である.ま た RC タイプの供試体では接合部内にせん断ひび割れが 発生している.

# 3.2 接合面のせん断卓越型耐荷力実験<sup>4)</sup> [S シリーズ]3.2.1 耐荷力

第9図に作用荷重と載荷点変位の関係を示す.いずれ の供試体も接合面付近の脚柱主鉄筋が降伏し始めた荷重 314 kN あたりから載荷点変位が急に増加し,かつ最大 耐力は350~380 kN で主鉄筋全数を考慮した接合面の破 壊抵抗曲げモーメントに相当する載荷荷重におおむねー 致している.これは曲げ卓越型耐荷力実験と同様の結果 であり,曲げモーメントとせん断力の関係を実橋脚に近 づけ,せん断力卓越型の *M*/*QD*=1.67とした本実験に おいても,接合面の曲げモーメントに関する荷重伝達は RC 慣用理論で用いている平面保持仮定が成立するよう



第7図-荷重と接合部回転角の包絡線 [Mシリーズ]





第8図-コンクリートのひび割れ性状 [Mシリーズ]

な状態になっているものと考えられる.

なお,接合部内非充てん型の供試体 S-SN,並びに S-SNK では上フランジにナット締結した脚柱主鉄筋が 有効断面積の小さいねじ部で破断した.



### 第9図-荷重と載荷点変位の関係[Sシリーズ]

### 3.2.2 接合部の変形特性

第10図は接合面の引張主鉄筋位置で測定した肌離れ変 位であり,第11図はそれより求めた接合部の回転変形を 示すものである.第11図より弾性的範囲内での挙動を比 較すると,接合部内充てん型の供試体 S-SC の回転変形 量は,接合部内非充てん型の供試体 S-SN に比べ30~ 50%減少している.これは第10図に示されるように,接 合部内へのコンクリート充てんにより,主鉄筋引張側の 脚柱上端と横はりとの肌離れ変位が大幅に減少したため であり,接合部内充てん型の脚柱主鉄筋の伸びは著しく 低減されている.

また接合部内非充てん型で接合面にシアコネクターを 設けた供試体 S-SNK の肌離れ変位並びに回転変形は, 荷重の低い段階で接合部内充てん型とほぼ同等である. これは接合面への作用モーメントにより脚柱部がロッキ ング変形となるので,シアコネクター部分で引っかかり 抵抗が生じるのではないかと思われる.



第10図-荷重と肌離れ変位の包絡線 [Sシリーズ]



第11図-荷重と接合部回転角の包絡線 [Sシリーズ]

# 3.2.3 接合面のずれ特性

第12図に接合面に作用する水平せん断力 Q(=荷重 P)と接合面位置での脚柱と横はりとの水平相対ずれ変 位の関係を示す.

終局状態でずれ変位が大きいのは、脚柱主鉄筋の降伏 により脚柱部の回転量が増加し、その水平方向変位成分 の影響が大きいためと判断される.主鉄筋降伏前につい ては、せん断卓越条件の本実験にて接合面上のせん断力 伝達特性に特に問題は認められなかった.

また、接合部内非充てん型の供試体 S-SNK, S-SN を比べると、設計荷重 P=202 kN における水平相対ず れ変位はシアコネクターを有することにより約30%減少 し, 接合面でのせん断ずれの抑制にシアコネクターが有 効であることが確認できる.しかし,水平相対ずれ変位 の絶対量は0.2mm 程度と小さく、更に実橋脚では上部 工死荷重が圧縮力として安全側に作用すること, 及び実 験設計荷重時の接合面の平均せん断力応力度は0.92 N/mm<sup>2</sup>であるが、実橋脚ではその1/3程度の安全側に あること、などを考慮するとシアコネクターは不要であ ると推定される.また,接合部内充てん型の供試体 S-SC の水平相対ずれ変位は更に小さい結果であった. これは充てんコンクリートにより脚柱主鉄筋の伸びが減 少し、横はりと脚柱上端面の接触面積が確保されること、 並びに脚柱主鉄筋のだぼ作用が寄与すること、などが理 由と考えられる.





#### 3.2.4 脚柱主鉄筋の応力

接合面の設計に関わる脚柱主鉄筋の応力について,主 鉄筋が弾性範囲内にある載荷荷重196 kN での実験値, 並びに接合面の RC 慣用計算値を比較した結果を**第13図** に示す.接合面位置の主鉄筋の実測応力は引張側,圧縮側 とも RC 慣用計算値と比較的対応していることが分かる.



第13図-脚柱主鉄筋の応力分布 [Sシリーズ]

# 3.3 横はり接合部の耐荷力実験 [Bシリーズ]3.3.1 耐荷力

第14図に荷重と載荷点変位の関係を示す.接合部内非 充てん型の供試体 B-SN の場合,載荷点変位が急に増 加し始めた荷重200 kN を超える荷重段階で,横はり接 合部のウェブ材がせん断により塑性化しているのが観察 された.鋼製橋脚の隅角部に関する慣用設計計算法<sup>5)6)</sup> をハイブリッド橋脚に適用すると,横はり接合部のウェ ブ材応力が厳しく,鋼材の実降伏点を用いた計算終局耐 力は210 kN で観察結果と一致している.これより,非 充てん型接合部については接合部の応力評価に慣用の隅 角部設計計算法が適用できるものと考えられる.

一方,接合部内コンクリート充てん型の供試体 B-SC, 並びに接合部内非充てん型で脚柱主鉄筋の周りに部分的 にモルタルを注入した供試体 B-SNP では,最大耐力は 410 kN 前後と,供試体 B-SN の約1.7倍を示し,接合部 内へのコンクリート並びにモルタルの充てんによる荷重 分担効果が顕著に現れている.



第14図-荷重と載荷点変位の関係 [Bシリーズ]

### 3.3.2 耐荷特性

接合部内非充てん型の供試体 B-SNP, B-SN では接 合部ウェブの塑性化後も荷重の低下がなく,鋼材の特質 である良好な変形性能が認められる.

他方,接合部内にコンクリートを充てんした供試体 B-SCでは,最大耐力に達した後,耐力の急激な低下が 認められた.実験後の観察によれば,接合面引張側に面 した下フランジが面外に膨らみ,かつ接合部内主鉄筋の 抜け出しが認められた.これより,本供試体ではモデル 化の制約から主鉄筋の接合部内定着長を16 d (d:鉄筋 径)と通常より短くしたため,主鉄筋の定着部が破壊し たものと考えられ,十分な定着長の確保が必要である. また,ここでは横はり接合部の簡素化を目的にウェブ及 びダイヤフラムの鉛直補剛材を省略したが,主鉄筋定着 部のコンクリートを補強する観点から,補剛材配置の検 討も今後の課題と考えられる.

### 3.3.3 横はりフランジの応力

横はり接合部のウェブ材で決定した許容設計荷重  $P_a$ =85 kN (ウェブ鋼板のみ考慮)に近い荷重における張出 し部のフランジ付け根の応力分布を**第15図**に示す.

これより、フランジ応力分布はフランジ中央部で低く、 ウェブ材近傍で高い傾向にあり、せん断遅れ現象が認め られる. 鋼製橋脚の隅角部設計計算法を供試体の横はり 部に適用すると、図示のようにフランジの平均応力は実 測値とほぼ同等であり、せん断遅れを考慮した計算応力 も比較的実験値に近い状況である. 接合部内充てん型の 供試体 B-SC 並びに接合部内に一部モルタルを注入し た非充てん型の供試体 B-SNP のせん断遅れによる実測 応力は、接合部内非充てん型に比べ、やや低い傾向にあ り、接合部の剛性の影響<sup>7)</sup>を更に検討していく必要があ る.

# 3.3.4 接合部ウェブの応力

**第16図**に設計荷重程度で測定した横はり接合部ウェブ の主応力分布を示す.いずれの供試体も作用外力に対応 して接合部の斜め方向に圧縮応力領域が形成されている.







第15図-横梁下フランジの応力分布 [Bシリーズ]

接合部内非充てん型の供試体 B-SN と接合部内にモル タルやコンクリートなどを充てんした供試体 B-SNP, B-SC の相違点は,後者の場合,ウェブの応力値が著し く低いこと,また引張主鉄筋位置の下フランジ近傍に鉛 直方向への引張応力が発生していることであり,充てん 材の応力分担効果並びに付着力作用による応力伝達経路 の変化の影響が確認できる.なお,充てん材とウェブ鋼 材の一体性を仮定すると,接合部内非充てん型の供試体 B-SN に対する供試体 B-SNP のウェブ材の計算応力比 は0.28,供試体 B-SC の計算応力比は0.13であり,実 測応力比もほぼこれらに対応している.

# 4. 結 言

ブ

応

3.

横はり部を鋼構造, 脚柱部を RC 構造としたハイブ リッド橋脚の接合部に関し, 3 種類の模型耐荷力実験を 実施した. 主な結論は以下のとおりである.

(i) 今回の実験における接合面の曲げモーメント伝達 は平面保持を仮定した慣用の RC 理論にほぼ対応す るが,横はり接合部に必要とされる剛性に関し更に 検討が必要と考えられる.また,接合面の水平せん 断力に関しては,接合面に軽いプレストレスを導入 した状態で十分伝達可能であった.

- (ii) 接合部内非充てん型構造に比べて接合部内充てん 型構造は、繰返し載荷時のエネルギー吸収性能の向 上並びに接合部の回転変形の抑制に効果がある。し かし、実際のT形橋脚の接合部近傍の設計断面力 によって生じる応力は小さいので、接合部内非充て ん型構造も実用上問題ないと考えられる。
- (iii) 接合部内非充てん型構造の横はり接合部の応力推定には、鋼製橋脚の隅角部設計計算法がほぼ適用できる。また、接合部内充てん型構造では充てんコンクリートによる接合部応力の分担が認められる。

本研究によりハイブリッド橋脚の接合部構造の基本性 状が明らかとなり、今後の研究方向が把握できた.この 間、首都高速道路公団の秋元泰輔氏、山田淳氏には懇切 なる御指導を戴いた.ここに記して謝意を表します.現 在、本研究は首都高速道路公団の研究課題に発展し、接 合部の最適構造並びに実用性の検討を進めている<sup>8)</sup>.機 会があればその結果についても報告していきたい.

参考文献

- 1)阿部,ほか:鋼梁・コンクリート柱合成ラーメンの実験的 研究,土木学会第16回橋梁・構造工学研究発表会講演集 (1969)
- 2) 例えば土木学会,コンクリート標準示方書 昭和61年制定 設計編(昭62)
- 吉田,町田,田島:鋼・コンクリート複合ラーメン構造接 合部の性状,土木学会第44回年次学術講演会講演概要集(平 1), I-135
- 4)秋元、山田、小林、森本:鋼・コンクリート混合構造橋脚の接合部に関する基礎的検討、土木学会第45回年次学術講演会講演概要集(平2)、I-259

- 5) 首都高速道路公団, 鋼構造物設計基準(昭56)
- 6)奥村,石沢:薄板構造ラーメン隅角部の応力計算について, 土木学会論文集,第153号,(昭43), pp1-18
- 7) 阪神高速道路公団, (財)災害科学研究所:合成柱の剛性に 関する実験的研究 昭和57年度報告書(昭58), pp50-51
- 8)秋元、山田、飯村、小林、由井:鋼・コンクリート混合構 造橋脚の接合部に関する研究(その1)、土木学会第46回年 次学術講演会講演概要集(平3)、I-166