Japan Concrete Institute

コンクリート工学年次論文報告集，Vol.15，No.2，1993

論　文

# [2183] 平滑な打継ぎ面を有するRC合成梁の耐力および変形性状に関する実験的研究

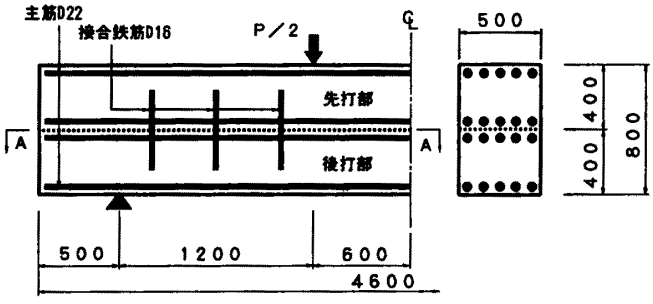
田中 伯明[*1]・河野 一徳[*2]・篠田 佳男[*3]

## 1. はじめに

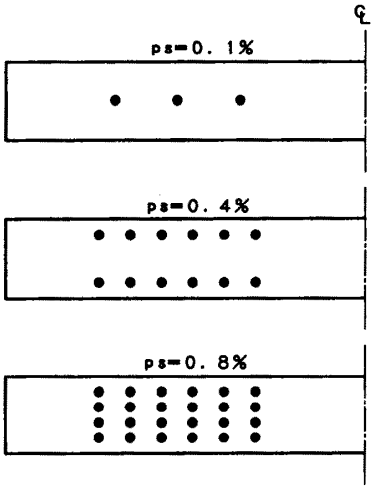
ＲＣ部材とＲＣ部材からなる合成構造を考えると，構造部材としての一体性という観点から，既設部材側のコンクリート表面を目荒らし処理し，新設部材と一体化する工法が一般に採用される。しかし，既設部材の目荒らし処理は粉塵，廃棄物の処理などの環境問題をも含んでいる。これがコンクリート表面処理に特に気を配らず，打継ぎ面のみを貫通する鉄筋のみで構造物の一体化が図ることが可能であれば，ある意味で望ましい工法ともいえる。

このような貫通鉄筋による合成は，鋼桁とコンクリート床版との合成桁に類似しているものの，その設計法[1]をそのまま採用するには問題点があると思われる。またこのような合成は，地下連続壁の本体利用を目的とした技術として検討はされているものの，合理的な設計法として確立されるまでには至らない。

本研究は，このような背景を考慮し，ＲＣ部材として最も不利と考えられている平滑な面での合成構造における抵抗機構の把握を目的としているものである。なお，本報告は曲げ部材での実験結果を主とし，また著者らが平行して行った平滑な面に関する一面せん断試験で得られた知見も踏まえて検討したものである。




(a)　試験体の形状寸法および配筋状態




(b)　Ａ－Ａ断面

図－１　試験体

## 2. 実験概要

### 2.1 試験体

実験は，図－１に示すように，断面が50×80cmで，長さ4.6mの形状寸法のものを使用した。試験体は，先打部の打継ぎ面をコンクリート型枠用化粧合板で仕切ってコンクリート打設し，表面の平滑度を確保させ，材令7日間湿潤養生の後，後打部コンクリートを打設した。接合面を貫通する鉄筋（接合鉄筋）は，せん断スパンに配置し，定着長は20D（D:鉄筋径）とした。なお，接合鉄筋の定着長は

*1　前田建設工業㈱土木設計本部土木設計第１部（正会員）
*2　前田建設工業㈱技術本部技術研究所土木構造研究室主任研究員，工修（正会員）
*3　前田建設工業㈱技術本部技術研究所土木構造研究室副室長（正会員）



NII-Electronic Library Service

Japan Concrete Institute

表－1　コンクリートの配合

| 粗骨材の最大寸法（mm） | スランプの範囲（cm） | 空気量の範囲（%） | 水セメント比（%） | 細骨材率（%） | 単位量（kg/m³） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 水 | セメント | 細骨材 | 粗骨材 | 混和剤* |
| 20 | 18±2.5 | 4±1 | 57.5 | 48.7 | 185 | 322 | 857 | 918 | 3.61 |

＊ＡＥ剤

著者らが実施した一面せん断試験結果[2]をふまえ，せん断面のズレ変位が大きくなっても，十分せん断伝達性能を有するものとして決定した。

コンクリートは，表－１に示す配合のもので，呼び強度240kgf/cm²，粗骨材最大寸法は20mmのレデーミクストコンクリートを使用した。鉄筋は表－２に示す機械的性質のもので，主筋にD22，接合鉄筋にD16を使用し た

実験は，表－３に示す５体の試験体を使用して行った。主な試験体諸元は接合鉄筋量で，接合鉄筋比$p_s$を0～0.8%に変化させた。ここで，$p_s$=0%の試験体は，接合面に厚さ1mmのテフロンシート間にシリコングリスを塗布することにより摩擦を除去し，完全な重ね梁としての挙動を期待したものである。また，実験では比較のため，接合面を有さない一体打設試験体の載荷もあわせて行った。載荷は，支持条件を単純支持とし，せん断スパンおよび等モーメント区間を1.2mとした二点集中載荷方式を採用した。

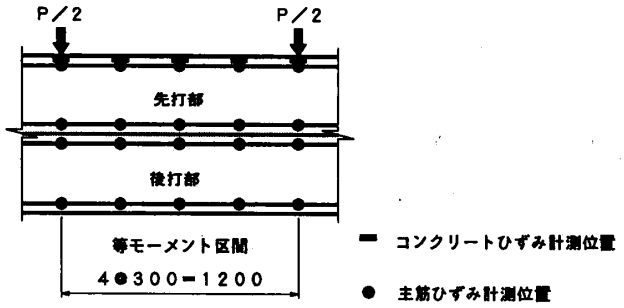
表－２　鉄筋の機械的性質

:kgf/cm²

| 鉄筋径 | 降伏強度 $f_y$ | 引張強度 $f_u$ | ヤング係数 $E_s\times10^6$ |
|---|---|---|---|
| D16 | 3761 | 5086 | 1.88 |
| D22 | 4076 | 5107 | 1.85 |

表－３　試験体一覧

| No. | 接合鉄筋比 $p_s$（%） | コンクリート圧縮強度 $f'_c$（kgf/cm²） | | 備　考 |
|---|---|---|---|---|
| | | 先打部 | 後打部 | |
| 1 | 0.0 | 244 | 211 | |
| 2 | 0.1 | 329 | 275 | |
| 3 | 0.4 | 330 | 328 | |
| 4 | 0.8 | 338 | 317 | |
| 5 | － | 232 | 232 | 一体打設 |




図－２　ひずみ計測位置

## ２．２　計測項目

計測項目は，荷重，たわみ，接合面での相対ズレ変位と開口変位，主筋と接合鉄筋のひずみ，およびコンクリート表面のひずみとした。図－２にひずみ計測位置を示す。ここで，接合面における変位は，せん断スパンの載荷点，支点，およびその中間で，高感度変位計（精度1/500mm）を使用して測定を行った。また，接合鉄筋のひずみは著者らの実験結果[2]に基づき，接合鉄筋の支配断面となる，接合面から1.5D離れた位置において計測した。



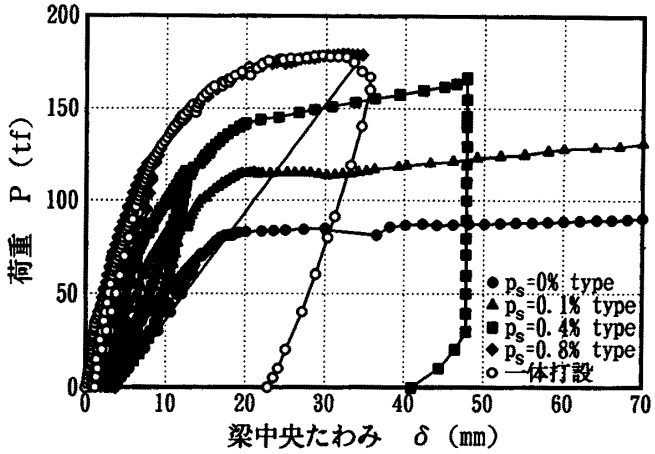
NII-Electronic Library Service

Japan Concrete Institute

## 3. 実験結果および検討

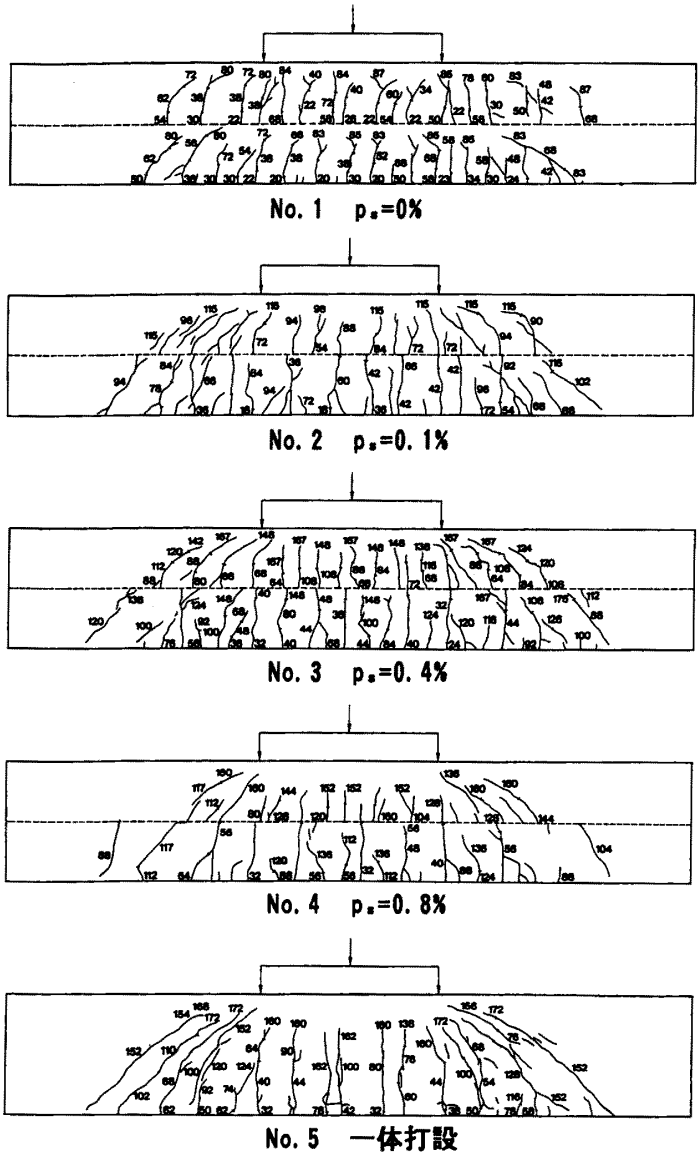
### 3.1 破壊経過

図－3に各試験体の荷重Pと梁中央たわみδ関係を示す。$p_s$=0%の試験体は接合面におけるせん断伝達がないことから，著しく構造性能が低下している。$p_s$を0.1%，0.4%とすることにより構造性能の向上がみられ，$p_s$=0.8%の試験体は一体打設試験体とほぼ同等の挙動を呈していることがわかる。




図－3 荷重～梁中央たわみ関係

各試験体のひびわれ状況を図－4に示す。一体打設試験体は，等モーメント区間に曲げひびわれ，せん断スパンに載荷点に向かう斜めひびわれが発生している。$p_s$=0%の試験体はひびわれが先打部と後打部で完全に独立しており，いわゆる重ね梁の性状を示している。これに対して，接合鉄筋を配した$p_s$=0.1%，0.4%の試験体のひびわれは，後打部から先打部へ貫通しているものと，先打部にのみ発生しているものとが認められる。また，$p_s$=0.8%の試験体は一体打設試験体とほぼ同様のひびわれ性状を呈している。




図－4 ひびわれ図

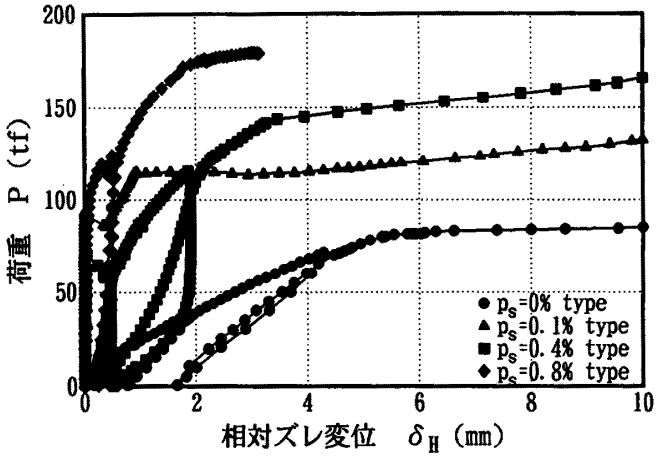


NII-Electronic Library Service

Japan Concrete Institute

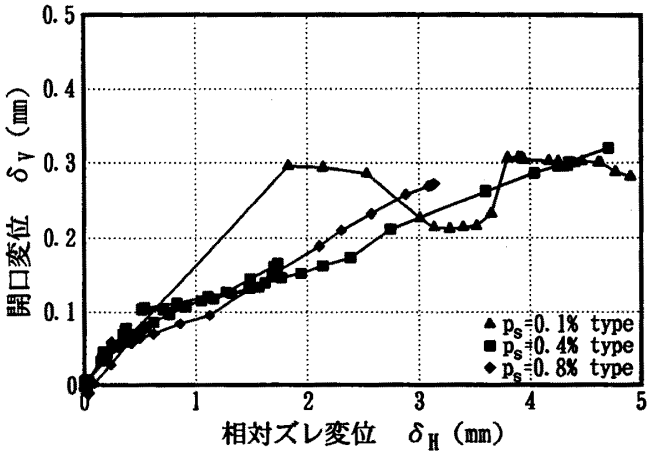
### 3．2　接合面の性状

図－5に各試験体の荷重Pと接合面での相対ズレ変位$\delta_H$関係を示す。接合鉄筋比が小さい試験体ほど相対ズレ変位が大きく，また各試験体とも，接合面がはだ別れを生じるある一定荷重に達した後急激に相対ズレ変位を増大させている。なお，相対ズレ変位を急激に増大させた時点で，接合鉄筋は降伏ひずみを示している。




図－5　荷重～相対ズレ変位関係

図－6に接合面での開口変位$\delta_V$と相対ズレ変位$\delta_H$の関係を示す。両者の間には線形関係が見られる。また，開口変位は，相対ズレ変位が5mmと大きくなっても，0.3mm程度と小さなものであった。




図－6　開口変位～相対ズレ変位関係

つぎに，図－7に荷重Pと接合鉄筋のひずみ$\varepsilon_s$の関係を，代表的なものとして$p_s$=0.8%の試験体について示す。P=95tfまではほとんど接合鉄筋ひずみは発生していない。この荷重は，はだ別れが確認された処女荷重である。接合鉄筋のひずみは，はだ別れを生じるとともに値を増大させ，降伏値に至る。なお，測定位置でみると，支点近傍に配した接合鉄筋のひずみが，載荷点近傍のものに比べ，はだ別れとともに大きな値を示している。これは，せん断スパンでのせん断力がPush-Off型一面せん断試験のように一様なせん断応力場となっておらず，支点近傍に近づくに従い，接合面のズレ変位を大きくし，大きなせん断力が作用していることを示唆している。

### 3．3　打継ぎ面の耐荷機構

平滑な打継ぎ面には図－8のように，作用するせん断応力$\tau_x$は，接合鉄筋が負担する成分$\tau_s$とコンクリート面が負担する成分$\tau_c$との和であると考えられる。

$$\tau_x=\tau_s+\tau_c \qquad (1)$$

ここで，接合鉄筋が降伏に達したせん断降伏耐力時を考えると，接合鉄筋が負担する成分$\tau_s$は著者らの実験[3]より，接合鉄筋の降伏強度$f_y$，コンクリートの圧縮強度$f'_c$を用いて(2)式で与えられる。

$$\tau_s=1.74\cdot p_s\cdot\sqrt{f_y}\cdot\sqrt{f'_c} \qquad (2)$$



NII-Electronic Library Service

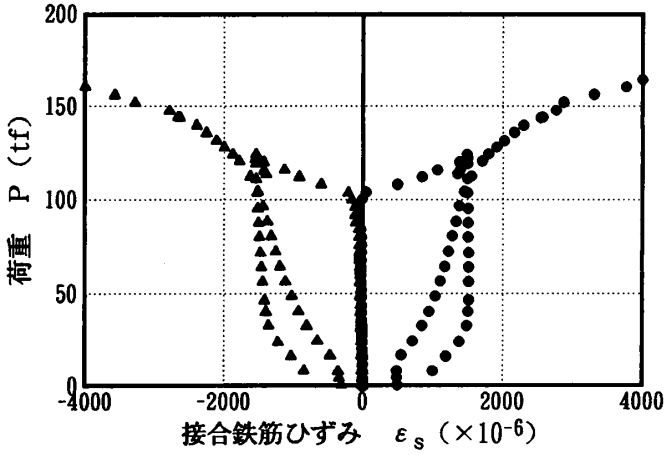
また，コンクリート面が負担する成分 $\tau_c$ は，コンクリート面間の摩擦係数 $\mu_c$ ，接合面に作用している圧縮応力 $\sigma_c$ を用いて，(3)式とする。

$$\tau_c=\mu_c\cdot\sigma_c \qquad (3)$$

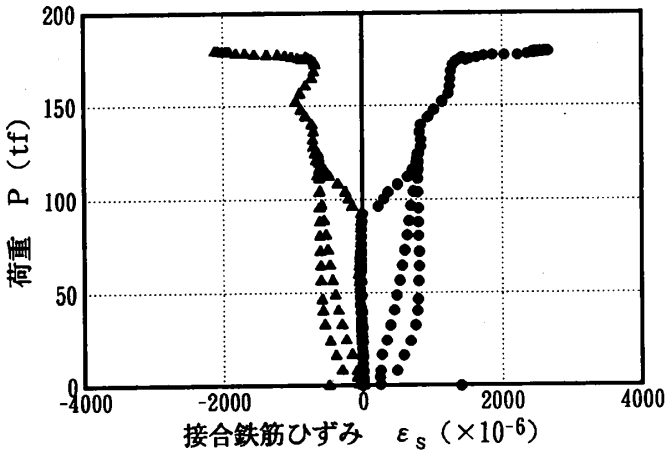
著者らが行った平滑な面を有する一面せん断試験[4]より，$\mu_c$ =0.4～0.8であることが確認されており，ここでは最小値の0.4を採用する。したがって，せん断スパンに作用するせん断力$Q_x$ は，$\tau_x$ ，断面の幅ｂを用いて次式で与えられる。

$$Q_x=\int_0^{\ell} b\cdot\tau_x\,dx \qquad (4)$$

耐力算定断面において，断面力は図－9に示すように$M$ および$\tau_x$ による拘束力$Q_x=N$ が作用しているものと考えられる。すなわち，先打部は $M_1=M/2-N\cdot e$ ，$N_1=N$（圧縮），後打部は$M_2=M/2-N\cdot e$ ，$N_2=-N$（引張）がそれぞれ作用しているモデルと考えることができる。

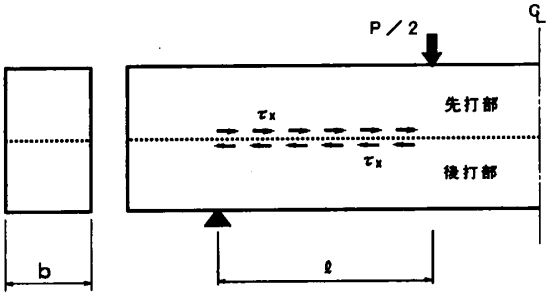



(a) 支点近傍

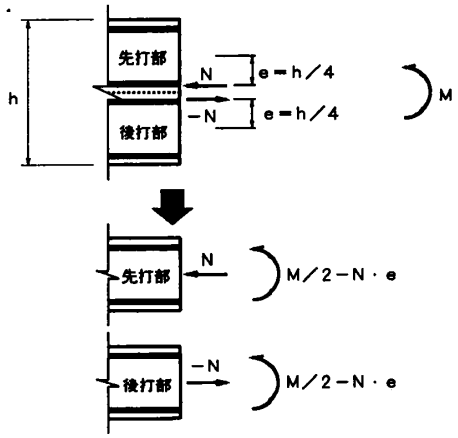



(b) 載荷点近傍

図－7 荷重～接合鉄筋ひずみ関係




図－8 打継ぎ部のせん断力




図－9 作用断面力



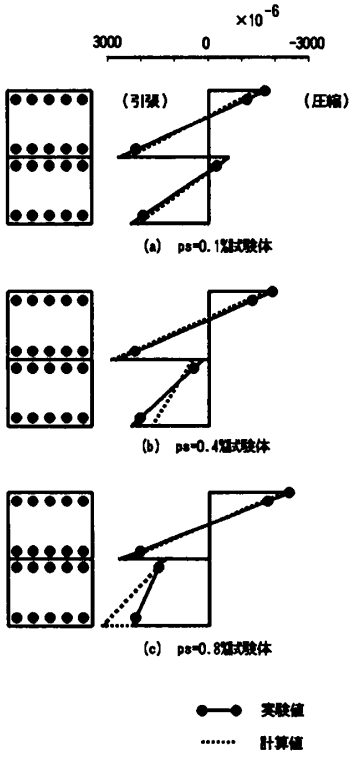
NII-Electronic Library Service

Japan Concrete Institute

### 3．4　断面内のひずみ分布

各試験体の相対ズレ変位が急激に増加し，かつ接合鉄筋が降伏ひずみを示している点をせん断降伏耐力とし，せん断降伏耐力時の断面のひずみ分布を上記仮定に基づいて検討を行う。図－１０は，断面内のひずみ分布を計算値と実験値を比較して示したものである。両者の間には概ね良い一致が認められる。なお，断面の曲率を見ると，接合鉄筋比が大きくなるに従い，とりわけ後打部の曲率が小さくなっている。これは，接合鉄筋を配置することでせん断スパンでのせん断力が確実に伝達され，曲げ部材としての構造性能を大きくしていることによるものと考えられる。

平滑な打継ぎ面に接合鉄筋を配置した合成梁における断面のひずみ分布は，このように比較的良い精度で推定できることが確認された。これは，本研究で取扱った耐荷機構が実際の状態を精度良く再現していることを示唆している。今後はさらに適用性を拡大し，使用状態も含めて検討する予定である。




図－１０　ひずみ分布

### 4．　結論

平滑な打継ぎ面を有するＲＣ合成梁について実験的研究を行った。その結果以下の結論を得た。

（１）　ＲＣ合成梁の構造性能は，接合鉄筋比$p_s$とともに改善され，$p_s$=0.8%を配することで一体打設と同等の構造性能を有することが確認された。

（２）　せん断スパンに配置した接合鉄筋は，載荷点近傍に比べ，支点に近づくにつれてひずみを大きくしている。これは，支点近傍に近づくに従い，接合面のズレ変位を大きくし，大きなせん断力が作用していることを示唆している。

（３）　接合面のズレ変位が急激に増大する荷重の直前での合成梁断面内のひずみを，接合鉄筋とコンクリートの摩擦による拘束効果に基づいて検討を行った。その結果，実測値を概ね精度良く推定していることが認められた。

【参考文献】

[1]　日本道路協会：道路橋示方書・同解説　Ⅲコンクリート橋編，1990.2

[2]　篠田 佳男・大野 琢海・田中 伯明・鈴木 顕彰：平滑な面における鉄筋のせん断伝達機構に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.15（投稿中）

[3]　篠田 佳男・山田 一宇：鋼材のダボ効果に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.9，No.2，pp.353-358，1987.6

[4]　篠田 佳男・三島 徹也・大野 琢海・田中 伯明：平滑な面における鉄筋のダボ効果について，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.14，No.2，pp.273-278，1992.5



NII-Electronic Library Service