

# グリップジョイント工法に関する研究 (第2報)

——D-25とD-51の性能試験——

G. J. 開発グループ

## Studies on Joints of Deformed Bars by Grip Joint Method (Part 2)

G. J. Development Group

### Abstract

In a continuation from Part 1, this report is concerned with pure-bending and shear-bending tests on concrete members reinforced with D25 and D51 bars connected by Grip Joint Method. In shear-bending tests, the behaviors of concrete beams reinforced by spliced bars are simultaneously compared with beams with continuous bars.

From experimental results, these joints used in beams are not observed to have any harmful influences on strength, ductility, and mode of failure of reinforced concrete.

### 概要

本論文は、前報に引き続き異形鉄筋の新しい機械的継手工法であるグリップジョイント工法によって接合した主筋 (D25, D51) を用いた鉄筋コンクリート梁の純曲げ実験および曲げせん断実験について述べたものである。

実験結果によれば、継手を有する梁は、耐力、変形性状およびひび割れ発生状況など継手の無い普通の梁と相異が認められず、本工法の信頼性が確認できた。

## 1. まえがき

グリップジョイント工法とは、異形鉄筋端部をスリーブ (鋼管) で包み、これをプレス機にて加圧し、鉄筋のフシにスリーブをくい込ませて相互の鉄筋を接合する機械的な継手方法である。

本実験の目的は、グリップジョイント工法による継手部分がコンクリート部材に与える影響を検討することである。なお、鉄筋径 D25 と D51 を主筋とした本実験と前報で述べた D35 の実験と合わせて、すべての鉄筋径 (D16~D51) に適用させるものである。

## 2. 供試体の概要

### 2.1. 供試体の形状および配筋

使用した主筋は横フシ型の異形鉄筋の鉄筋径D25とD51である。供試体は表-1に示すように各々の鉄筋径について純曲げ供試体1体と曲げせん断供試体2体である。

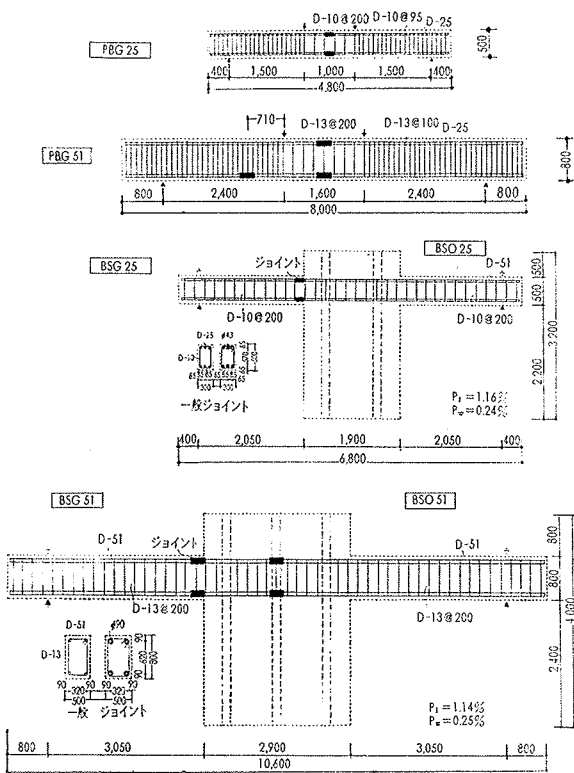
純曲げ供試体は、純曲げ区間中央のすべての主筋に継手を設けた。曲げせん断供試体は、PC鋼棒で反力

鉄筋径	供試体	加力方法	B×D (cm)	供試体形状	備考
D25	PBG25	純曲げ ( <small>（ひび割れ発生）</small> )	30×50		全鉄筋の中央グリップジョイント
	BSG25	曲げせん断			全鉄筋の端部グリップジョイント
	BSO25	( <small>（変形）</small> ) ( <small>（ひび割れ発生）</small> )			ジョイントなし
D51	PBG51	純曲げ ( <small>（ひび割れ発生）</small> )	50×80		全鉄筋の中央グリップジョイント
	BSG51	曲げせん断			全鉄筋の端部グリップジョイント
	BSO51	( <small>（変形）</small> ) ( <small>（ひび割れ発生）</small> )			ジョイントなし

表-1 供試体一覧

床にアンカーされている剛体ブロックの両翼に突出した片持ち梁であり、両供試体は継手の有無で異なっている。継手位置は、ブロック面に近接しており、曲げモーメントが最大のところである。なお、主筋はブロックを貫通している一本ものである。

各供試体の配筋を図一1に示す。スターラップの設計は、鉄筋コンクリート構造計算規準にて行なった。



図一1 供試体の配筋

### 2.2. 材料の性質

コンクリートは、設計強度 $180 \text{ kg/cm}^2$ 、指定スランブ $18 \text{ cm}$ の生コンを使用した。実験材令時の円柱供試体による試験結果を表一2に示す。

鉄筋は、主筋にSD35、スターラップにSD30を使用した。主筋の引張試験結果を表一3に示す。

供試体別	$c\sigma_b$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$cE$ ( $\times 10^6$ ) ( $\text{kg/cm}^2$ )	$c\epsilon_B^*$ ( $\times 10^{-6}$ )	$c\sigma_t$ ( $\text{kg/cm}^2$ )
純曲げ	187.4	2.25	2500	18.0
曲げせん断	198.2	2.04	2500	13.4

\* 計算上の仮定

表一2 コンクリートの性質

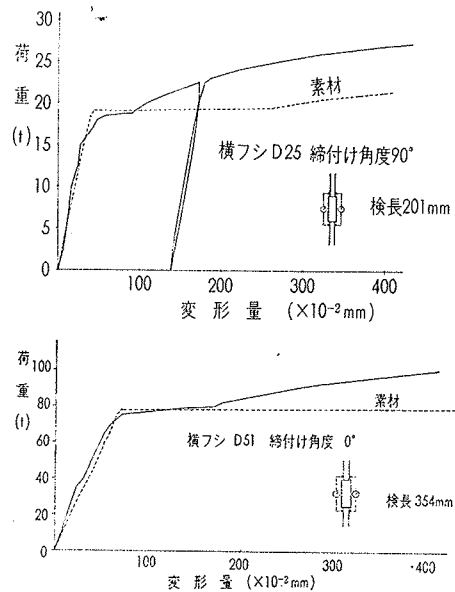
### 2.3. 継手の性能

標準仕様書に基づいて適切な接合を行なった継手は、鉄筋の最大耐力でも十分に効力を発揮し、鉄筋素材にて破断する完全なものである。D25とD51の継手部分の変形性能の試験例を図一2に示す。

鉄筋径	$\sigma_Y$ ( $\text{kg/mm}^2$ )	$\sigma_{max}$ ( $\text{kg/mm}^2$ )	$E^*$ ( $\times 10^6$ ) ( $\text{kg/cm}^2$ )
D25	38.68	58.06	2.1
D51	36.63	57.28	2.1

\* 計算上の仮定

表一3 鉄筋の性質



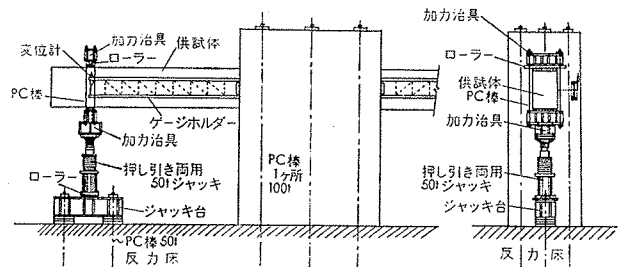
図一2 継手部分の変形性能

## 3. 実験方法

### 3.1. 加力方法

純曲げ実験の加力は、300 t 圧縮試験機を使用し3分点載荷を行なった。くり返し方法は、長期荷重、降伏変位 $=\delta_Y$ ,  $2\delta_Y$ ,  $4\delta_Y$ ,  $8\delta_Y$ で各半サイクル、 $8\delta_Y$ 以上で最終破壊させることとした。

曲げせん断実験の加力は図一3に示すように押し引き両用の50 t 油圧ジャッキを使用して行ない、トップ荷重近傍を除いて比較のため両供試体を同時に載荷した。正負くり返し方法は、長期荷重、降伏変位 $=\delta_Y$ で各1サイクル、 $2\delta_Y$ ,  $4\delta_Y$ で各5サイクル、 $8\delta_Y$ で1サイクル、 $8\delta_Y$ 以上で最終破壊まで加力することを原則とした。



図一3 曲げせん断加力方法

### 3.2. 測定方法

部材の変形量の測定は、 $1/100 \text{ mm}$  ダイヤルゲージまたは差動トランス型変位計にて行なった。主筋およびコンクリート表面のひずみは、W. S. G. で測定した。また、コンクリート面のひび割れ幅はコンタクトゲージとクラックメーターを併用して測定した。

#### 4. 実験結果と検討

##### 4.1. 破壊状況

純曲げ供試体の PBG25 は  $8\delta_Y$  変形で加力点付近のコンクリートに圧壊が生じ始めたものの、 $12\delta_Y$  の変形でもいぜん耐力の低下はみられず充分な靱性が認められた。PBG51 は  $10\delta_Y$  の変形でもコンクリートの圧壊や剝離は殆んど認められず、 $12\delta_Y$  の変形でも耐力の上昇が続き、PBG 25 の場合と同様に決定的な破壊性状を示さなかった。

曲げせん断供試体の BSG25 は、 $4\delta_Y$  の変形での5サイクルのくり返しでも耐力低下は殆んどなく、 $8\delta_Y$  の負荷重時に  $P=13.8t$  で耐力上昇を停止し、ブロック近傍の斜めひび割れ幅の拡大により耐力低下をきたした。一方、継手の無い BSO25 は  $4\delta_Y$  の変形での2サイクル目の負荷重時に  $P=13.8t$  で耐力上昇を停止し、BSG25 と同様に耐力低下を示した。BSG 51 は  $4\delta_Y$  の変形での5サイクルのくり返しでも耐力の低下が殆んどなく、 $8\delta_Y$  の負荷重時  $P=38.3t$  で耐力の上昇が止り、梁上下端のコンクリートが圧壊し、ブロック近傍のコンクリートが剝落した。また、斜めひび割れ幅の拡大に伴うずれがコンクリートに生じたためスターラップが破壊した。BSO51 は  $4\delta_Y$  の変形での5サイクルのくり返しでも耐力の低下は殆んどなく、 $8\delta_Y$  の負荷重時  $P=21.1t$  で耐力が上昇せず、ブロック近傍の斜めひび割れ部分のコンクリートが剝落し、上下の主筋が露出して耐力低下をきたした。

各供試体の最終破壊状況を図-4 に示す。

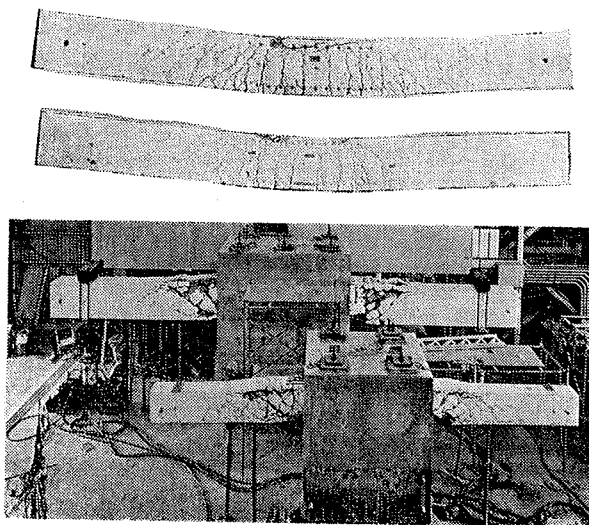


図-4 最終破壊状況

上: PBG25                      中: PBG51  
 下: 前方-左側 BSG25                      右側 BSO25  
       後方-左側 BSO51                      右側 BSG51

##### 4.2. 耐力

表-4 に各供試体の降伏荷重、最大荷重などの実験値を計算値と比較して示す。降伏荷重と降伏変位の実験値は  $P\sim\delta$  曲線から決定した。なお、計算値は e 函数法によった。

供試体	降伏荷重			最大荷重			計 $P_Y$ (ton)	実 $P_Y$ 計 $P_Y$	実 $P_{max}$ 計 $P_Y$	$\delta_{max}$ $\delta_Y$
	サイクル	実 $P_Y$ (ton)	$\delta_Y$ (cm)	サイクル	実 $P_{max}$ (ton)	$\delta_{max}$ (cm)				
PBG25	+2	28.9	1.29	+6	>38.7	>15.54	27.9	1.04	>1.39	>12.05
BSG25	+2	10.5	1.50	+13	14.0	10.30	10.4	1.01	1.35	6.87
	-2	10.9	1.04	-8	13.0	5.04		1.05	1.25	4.85
BSO25	+2	9.9	1.63	+9	12.8	4.77	10.4	0.95	1.23	2.93
	-2	9.8	1.14	-8	12.2	4.67		0.94	1.17	4.10
PBG51	+2	79.8	2.10	+6	>101.2	>22.25	80.9	0.99	>1.25	>10.60
BSG51	+2	32.4	1.93	+13	43.2	14.61	31.9	1.02	1.35	7.57
	-2	33.3	1.73	-8	38.9	7.57		1.04	1.22	4.38
BSO51	+2	34.4	2.02	+9	39.1	8.01	31.9	1.08	1.23	3.97
	-2	34.7	1.86	-8	37.6	8.12		1.09	1.18	4.37

表-4 降伏荷重・最大荷重

降伏荷重については、実験値と計算値とは良く一致し、実 $P_Y$ /計 $P_Y$ は主筋がD25の梁で0.94~1.05、D51の梁で0.99~1.09であった。

曲げせん断供試体の最大荷重は、継手を有する梁の方が正荷重時で約9%、負荷重時で4~7%大きい。これは、継手を供試体の critical section に近接して配置したため、継手部の引張試験でみられた降伏後の耐力の増加(図-2参照)が有効に作用しているものと考えられる。

##### 4.3. $P\sim\delta$ 曲線

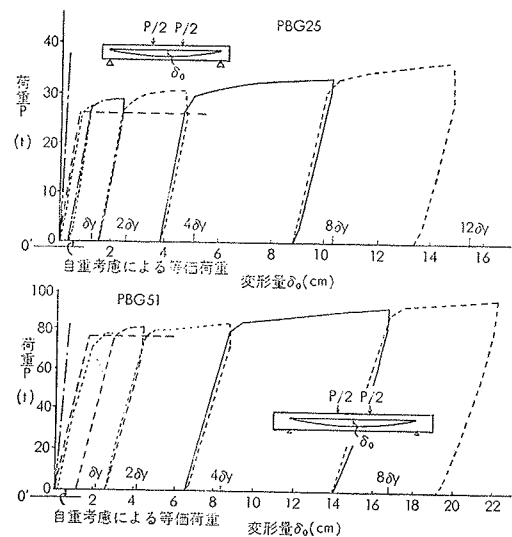


図-5 (a)  $P\sim\delta$  曲線(純曲げ)

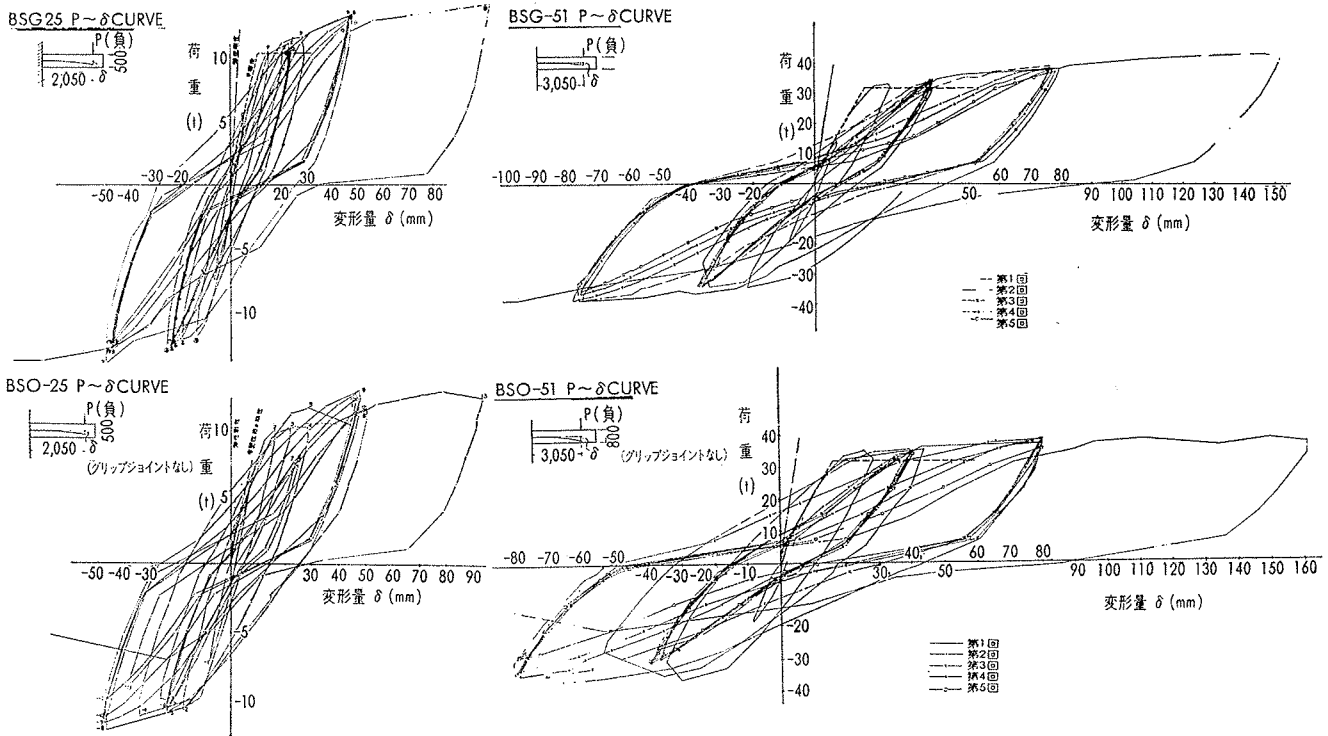


図-5 (b) P-δ 曲線 (曲げせん断)

図-5に各供試体中央または端部で測定した P~δ 曲線を示す。図中の鎖線は弾性剛性、点線は半塑性時の剛性を示す。なお、これらの図と表-4の荷重値は、供試体の自重を各荷重方法での等価荷重に置き換えて整理したものである。

純曲げ供試体の変形性状は、8δ<sub>y</sub> をこえる変形時にもなお耐力が上昇し続け十分な靱性が認められた。

曲げせん断供試体では、4δ<sub>y</sub> の変形でのくり返し後、8δ<sub>y</sub> の正荷重時までは殆んど変形性状に相異はないが、8δ<sub>y</sub> の負荷重時では継手のない BSO25, BSO51 の方が、継手のある BSG25, BSG51 よりも低い荷重で耐力低下をきたした。

#### 4.4 ひび割れ性状

純曲げ供試体の長期荷重 (梁の自重は無考慮) 時の継手位置近傍のコンクリート面に生じたひび割れ幅は、BSG25 では 0.29mm (ひび割れ数 2), 0.124 mm (2), 平均 0.179mm, BSG51 では 0.174mm (2), 0.124mm (2) で平均 0.149mm であった。

曲げせん断供試体においては、継手のある BSG25 の継手端部で 0.162mm (正荷重時, ひび割れ数 1), 0.209 mm (負, 1), 継手の無い BSO25 で 0.165 mm (正, 1), 0.218mm (負, 1) と殆んど変わらない。BSG51 のひび割れ幅は、0.112mm (正, 2), 0.106mm (負, 1) であり、BSO51の0.228mm (正, 1), 0.285mm (負, 1) より小さい。この傾向は、荷重上昇に伴うひび割れ幅の進展状況を示した図-6

からも明らかである。

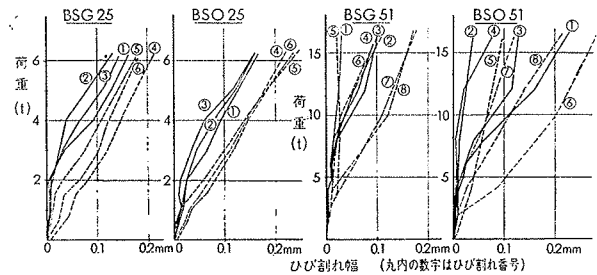


図-6 ひび割れ幅の進展状況 (曲げせん断)

#### 5. むすび

本実験の結果より、グリップジョイント工法による異形鉄筋の継手は、全強度を伝達し、しかも、鉄筋コンクリート部材に用いても、耐力、変形性状、ひび割れ発生状況など継手の無い普通の鉄筋コンクリート部材の性状と相異は認められず充分安全であることが明らかになった。さらに、本工法は太径鉄筋の継手方法としても充分信頼性の高い工法であることが確認された。

なお、これらの一連の実験結果より、日本建築センターから「本工法による継手は、横フシ型の異形鉄筋 (D16~D51) に関して、鉄筋コンクリート構造部材に使用しても構造耐力上支障がない」との評定を得ている。

本工法の開発メンバーは次の通りである。

本社技術部 吉川剛夫 橋本良介 長浜 忠  
 本社工務部 津室隆夫 山田武文  
 本社機械部 加藤 実 (工場) 和田邦雄

技術研究所 寺沢一夫 高橋久雄 武田寿一  
 吉岡研三 西川勝久 菊地利武  
 川口 徹

〔執筆担当 西川勝久〕

### (補) 曲げせん断実験方法の検討 (D51)

この性能試験において採用した曲げせん断実験方法は、国内外とも殆んど例<sup>1)</sup>をみない新しい加力方法である。

本加力方法には、二台の押し引き両用ジャッキを使用することによって

- (1) 比較実験が同一条件でできる。
- (2) 正負多数回くり返し加力の場合、供試体および加力治具の移動が省け、実験に要する時間が短縮できる。

などの特長がある。

しかし、本実験においては、両供試体を同時に加力した場合、主筋が通し鉄筋であることにより相互に影響を及ぼす懸念があった。従って、補章として、本加力方法の妥当性を実験終了後、D51の供試体を例にとり、若干の検討を加えたので紹介する。

両供試体を同時加力(第1サイクル・同一荷重)した時の通し鉄筋のひずみ分布を図-7に示す。また、図-8には一方の供試体のみを加力し、他方は無載荷状態にした特殊な場合(第11サイクル-4 $\delta_y$ の4回目)のブロック内の鉄筋のひずみ分布を示す。

図-7は、同時加力した時のブロック中央部分の鉄筋のひずみが殆んど一様であり、値も極く少ないため、ブロックの形状(全長=2.9m=57D)が鉄筋の定着長さをほぼ満足していることを示している。

また、別の角度より検討した図-8では、一方を加力した場合にブロックの中央より無載荷の供試体側の鉄筋にひずみが生じておらず、しかも、この時の変形量にも変化がない。これは、一方の実験が他方の実験に殆んど影響を与えていないことを意味している。

これらの検討より、本実験方法は適格であることが確認できた。

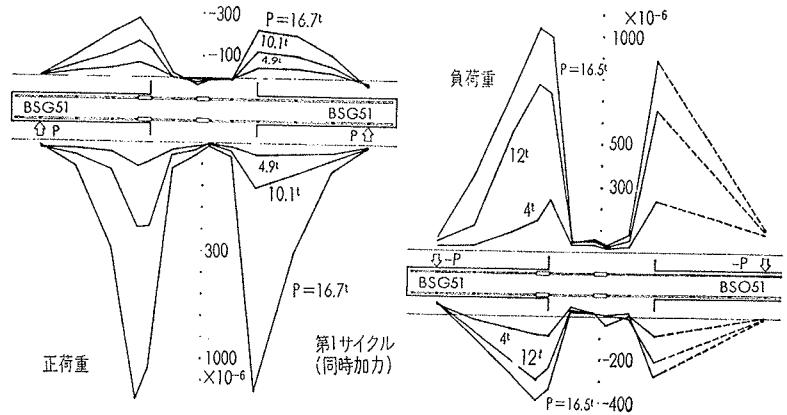


図-7 主筋のひずみ分布 (同時加力)

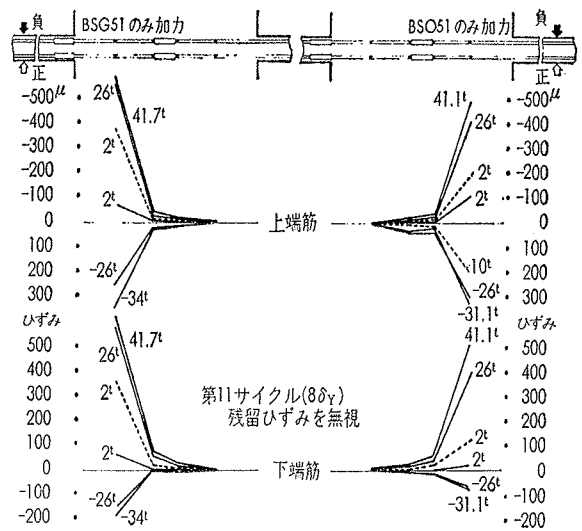


図-8 ブロック内の鉄筋のひずみ分布 (片側加力)

#### 参考文献

- 1) Brown, Jirsa ; Reinforced Concrete Beams Under Load Reversals, ACI Journal '71. 5.