

土 木 研 究 所 資 料

鉄筋コンクリートラーメン橋脚の柱・梁接合部の
動的耐力および変形性能に関する実験研究

平成12年 1 月

建 設 省 土 木 研 究 所
耐震技術研究センター耐震研究室

Copyright © (2000) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

鉄筋コンクリートラーメン橋脚の柱・梁接合部の 動的耐力および変形性能に関する実験研究

耐震研究室 室長 運上 茂樹
前主任研究員 寺山 徹
研究員 林 昌弘

要 旨

本資料は、鉄筋コンクリートラーメン橋脚の柱部材と梁部材が交差する柱・梁接合部を対象に、模型供試体を用いた繰返し載荷実験により地震時の破壊特性、動的耐力、変形性能を検討した結果をまとめたものである。軸方向鉄筋量および帯鉄筋量をパラメータとして変化させた模型供試体6体に対する繰返し載荷実験により、柱・梁接合部の破壊特性、動的耐力、変形性能を実験的に検討するとともに、実験結果の解析を通じて柱・梁接合部の合理的な耐震設計法について検討した結果をまとめたものである。

キーワード：鉄筋コンクリートラーメン橋脚、柱・梁接合部、繰返し載荷実験、

動的耐力、変形性能、耐震設計法

※現首都高速道路公団神奈川建設局

目 次

1. はじめに	1
2. 柱・梁接合部に対する設計方法の現状	2
3. 実験供試体と実験手法	13
3. 1 実験供試体の特性	13
3. 2 実験手法	30
4. 実験結果	32
4. 1 材料特性	32
4. 2 繰返し載荷実験結果	34
4. 3 柱・梁接合部の帯鉄筋の挙動	49
5. 実験結果の解析	54
5. 1 荷重－変位関係の解析	54
5. 2 柱・梁接合部に対する剛域評価方法の検討	59
5. 3 柱・梁接合部のせん断耐力の評価法	65
5. 4 柱・梁接合部の設計方法の検討	67
6. ま と め	68
参 考 文 献	69
参 考 資 料	
I. 計測手法	71
II. 計測データ	85
1. 供試体の損傷状況	85
2. 計測最大値	105

1. はじめに

平成7年の兵庫県南部地震では被災を生じた鉄筋コンクリートラーメン橋脚（以下、「RCラーメン橋脚」とよぶ）があったことから、平成8年に改訂された道路橋示方書Ⅴ耐震設計編（平成8年12月）¹⁾においては、RC一層ラーメン橋脚に対する地震時保有水平耐力の照査法が新たに規定された。ここでは塑性ヒンジの発生可能箇所として、柱部材の上端部および下端部、あるいは梁部材の端部に限るとされ、ぜい性的な破壊を引き起こす可能性のある柱・梁接合部には塑性ヒンジを発生させてはならないこととされた。

繰返し荷重を受けたときの柱・梁接合部の破壊特性などの地震時の挙動に関しては未解明の部分が多く、土木構造物として柱・梁接合部の諸元や配筋から直接動的耐力や変形性能を算出できる設計手法は必ずしも十分に整備・検証されていないのが実状である。

このような背景のもとで、RCラーメン橋脚のT型の柱・梁接合部を対象に、動的耐力と変形性能を把握することを目的として、模型供試体6体を用いて繰返し載荷実験を実施し、その結果を解析的に検討するとともに、柱・梁接合部の合理的な耐震設計法について検討した。

2. 柱・梁接合部に対する設計方法の現状

鉄筋コンクリートラーメン構造に対する柱・梁接合部の設計方法としては、以下のような方法が提案されている。

(1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の終局強度形耐震設計指針・同解説((社)日本建築学会、1990)²⁾

日本建築学会の上記指針によれば、柱・梁接合部に対する設計方法として、以下のような方法を用いている。柱・梁接合部は、骨組が降伏機構を形成して保証変形に至るまで破壊しないように設計するものとされ、信頼せん断強度が柱・梁接合部に作用するせん断力を上回るように設計することとされている。

第7章 柱梁接合部

7. 1 設計目標

柱梁接合部は骨組が降伏機構を形成して保証変形に至るまで破壊しないように設計する。また、繰返し荷重によって顕著な剛性低下やスリップ性状を生じないように設計する。

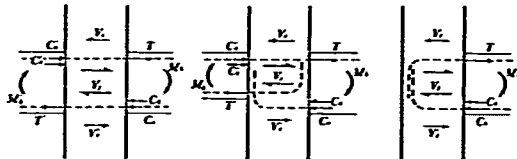
7. 2 せん断力に対する設計

7. 2. 1 設計の原則

柱梁接合部のせん断力に対する設計では、信頼強度 V_{ju} が降伏機構保証設計用せん断力 V_j を上回るように設計する。

梁降伏型接合部の設計用せん断力 V_j は解図 7.1 の記号を用いて次式で表される。

$$V_j = T + C_s' + C_c' - V_c \quad (\text{解 7.1})$$



解図 7.1 接合部のせん断力

ト形外柱接合部では $C_s' + C_c' = T' = 0$ とする。

7. 2. 2 接合部のせん断強度

接合部のせん断強度 V_{ju} は(7.1)式による。

$$V_{ju} = \kappa \sigma_b b_j D_j \quad (7.1)$$

ここに、 κ は接合部の加力方向形状によって定まる係数で、十字形内柱接合部では 0.30、ト形または L 形外柱接合部では 0.18 とする。 D_j は柱せいまたは 90 度折曲げ筋水平投影長さ、 σ_b はコンクリートの圧縮強度とする。 b_j は接合部有効幅で、(7.2) 式による。

$$b_j = b_b + b_{a1} + b_{a2} \quad (7.2)$$

ここに、 b_b は梁幅、 b_{a1} は $b_i/2$ または $D/4$ の小さいほうとする。ここに、 b_i は梁両側面からこれに平行する柱側面までの長さ、 D は柱せいである。

7. 2. 3 横補強筋

接合部の横補強筋比 p_{jh} は 0.002 以上かつ (7.3) 式の関係を満足するものとする。

$$p_{jh} \geq 0.003 V_j / V_{ju} \quad (7.3)$$

7. 3 梁および柱主筋の定着

7. 3. 1 定着の方法

梁端に降伏ヒンジを計画する接合部における梁主筋は、原則として、柱コア内の通し配筋または柱コア内への折曲げ定着とする。梁および柱の主筋の接合部への定着長さを算定するための危険断面位置はそれぞれ柱面および梁上下面とする。

7. 3. 2 折曲げ定着

定着長さは別章の規定に従う。折曲げ角度は 90 度として柱せいの中央より外側に設ける。余長部は接合部内へ配筋する。

7. 3. 3 通し配筋

接合部両端に降伏ヒンジを計画する梁または柱の主筋を接合部内に通し配筋する場合、繰返し荷重によって顕著な剛性低下やスリップ性状を生じないように主筋径と柱せい梁せいの関係を定める。

鉄筋コンクリート造建物の終局強度形耐震設計指針・同解説（(社)日本建築学会、1990）²⁾ より

(2) 道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋編（(社)日本道路協会、平成 8 年 12 月）³⁾

同示方書では「12 章 ラーメン橋」の中でコンクリートラーメン橋の L 形接合部について、部材節点部の応力分布や配筋などに関する構造細目について以下のように記述されている。

12 章 ラーメン橋

12. 3 ラーメン部材節点部

- (1) ラーメン部材節点部は、部材相互に断面力が確実に伝達されるようにしなければならない。
- (2) ラーメン部材節点部の隅角部には、ハンチを設けることを原則とする。
- (3) 応力度を照査する場合のハンチの有効部分は、図-12.3.1 のとおりとする。
- (4) ラーメン部材節点部の設計曲げモーメントは、図-12.3.2 のとおりとする。

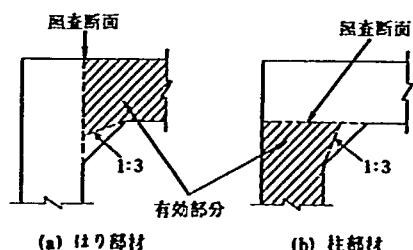


図-12.3.1 ハンチの有効部分

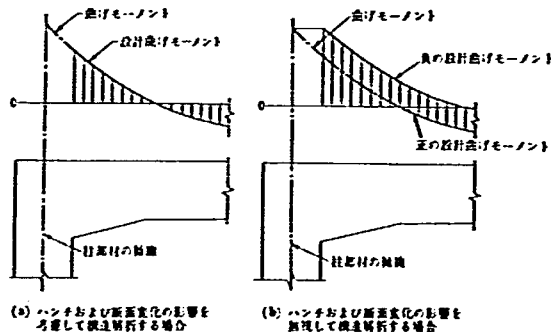


図-12.3.2 ラーメン部材節点部の設計曲げモーメント

(1) ラーメン部材の節点部は、応力の方向が急変し、応力の伝達機構が複雑である。したがって、接続する部材相互に断面力が確実に伝達されるようにしなければならない。

たとえば、外側引張りの曲げモーメントが作用した場合の節点部の応力分布は、コンクリートの全断面を有効とすると図-解 12.3.1 に示すような状態となる。

隅角部にハンチを有するラーメン節点部では、図-解 12.3.1 に示す C-C断面の引張応力度 σ_t の値は、特にハンチの大きさが小さいか、あるいはハンチを設けない場合、コンクリートの引張強度以上になることがあるので検討が必要である。ラーメン端節点部の設計荷重作用時の応力度の照査および補強鉄筋量の算出は、12.4の解説に示す方法により行ってよい。

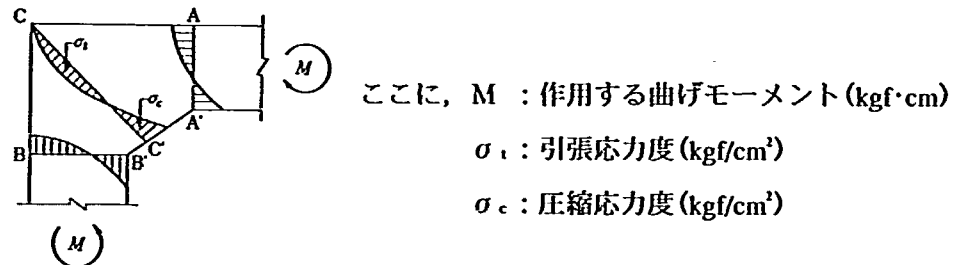


図-解 12.3.1 ラーメン端節点部に曲げモーメントが作用した場合の応力分布

図-解 12.3.1 に示す A-A'断面および B-B'断面において、実際に発生する垂直応力度は、平面保持の仮定およびコンクリート全断面が有効であるという仮定によって算出した値に比べて A'および B'の圧縮縁応力度が大きくなる。一方、設計においては、コンクリートの引張強度を無視しており、算出された垂直応力度は、コンクリート全断面が有効という仮定により算出した値より、A'および B'の圧縮縁において大きな値となる。これらのことを考え合わせて、ラーメン部材節点部における断面の応力度の算出は、一般の部材断面と同様に、2.2.3(1)項により行ってよい。

(2) ラーメン部材節点部は、節点内の複雑な応力を小さくし、かつ応力伝達を円滑にする効果をもたせるため、原則としてハンチを設けることとした。ただし、部材が変断面の場合、あるいはラーメン中間節点部の場合に、とくに節点部の安全性について検討した場合などの節点部にはハンチを設けなくてもよい。

(3) 設計曲げモーメントに対する節点部の応力度などの照査を行う断面の位置は、その部材が接続される相手の部材側面の位置とする。

(4) 図-12.3.2 は部材節点部における設計曲げモーメントの取り方を示したものである。12.2(1)項に規定する軸線の取り方で、曲げ剛性の変化の影響を無視した場合は図-12.3.2(b)による設計曲げモーメントを用いなければならない。

なお、図-12.3.2 には、端節点部のはり部材についてのみ示したが、中間節点部のはり部材および柱部材についても同様に取り扱うものとする。

節点部の設計におけるせん断力の照査にあたっては、変断面およびハンチの影響が小さいので、図-12.3.2(b)に示すような断面力の移動を行わなくてよい。

12.4 構造細目

- (1) ラーメン橋の節点部における主鉄筋の配置は、断面力が確実に伝達されるようにしなければならない。
- (2) 中間節点部における柱の主鉄筋は、原則として隅角部から主げたおよび主版の部材高さの $1/2$ の距離をこえて定着長以上のばすものとする。
- (3) ハンチには、ハンチに沿う鉄筋を配置しなければならない(図-4.4.6 参照)。
- (4) 部材節点部およびその付近においては、主鉄筋の継手を設けないことを原則とする。

(1) ラーメン節点部は、各種の鉄筋が交差しており、大きな断面力が作用する。したがって、鉄筋の配置に十分注意し、鉄筋の組立ておよびコンクリートの打込みなどに支障のないようにしなければならない。

1) ラーメン端節点部に外側引張りの曲げモーメントが作用する場合

図-解 12.4.1 に示す外側引張りの曲げモーメントが端節点部に作用する場合には、対角線方向の断面に引張主応力度 σ_t が生じる。この引張応力に対して補強鉄筋を配置しなければならない。

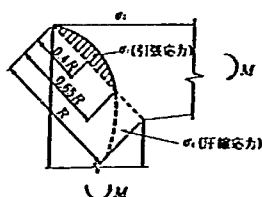


図-解 12.4.1 外側引張りの曲げモーメントが作用した場合の応力分布

図-解 12.4.1 に示す引張応力度の最大値 σ_{tmax} は式(解 12.4.1)により求めてよい。

$$\sigma_{tmax} = \frac{5 M_o}{R^2 \cdot W} \quad \text{----- (解 12.4.1)}$$

ここに、 σ_{tmax} : 図-解 12.4.1 に示す引張応力度の最大値 (kgf/cm²)

M_o : 節点曲げモーメント (図-解 12.4.2) (kgf・cm)

R : 節点部対角線長 (cm)

$$R^2 = a^2 + b^2 \text{ (図-解 12.4.2)}$$

a : 鉛直部材の幅 (cm)

b : 水平部材の高さ (cm)

W : 節点部奥行 (cm)

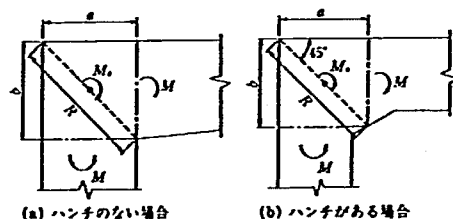


図-解 12.4.2 端節点部の応力照査をする断面

引張主応力度 σ_t に対する補強鉄筋量は式(解 12.4.2)により求めてよい。

$$A_s = \frac{2 M_o}{R \cdot \sigma_{sa}} \quad \text{----- (解 12.4.2)}$$

ここに、 A_s : 外側引張に対する補強鉄筋量(cm^2)

M_o, R : 式(解 12.4.1)参照

σ_{sa} : 補強鉄筋の許容応力度(kgf/cm^2) (表-3.2.3)

端節点部では、節点部に結合する部材の主鉄筋量の少なくとも 1/2 は外側に配置するのがよい。ここで、フックをつけた主鉄筋および節点部に結合する部材の主鉄筋のうち、これらの外側に沿って配置した主鉄筋以外の折り曲げられた主鉄筋で、図-解 12.4.1 に示す $0.65R$ の範囲に設置された鉄筋は、式(解 12.4.2)により算出される補強鉄筋の一部とみなしてよい。

2) ラーメン端節点部に内側引張りの曲げモーメントが作用する場合

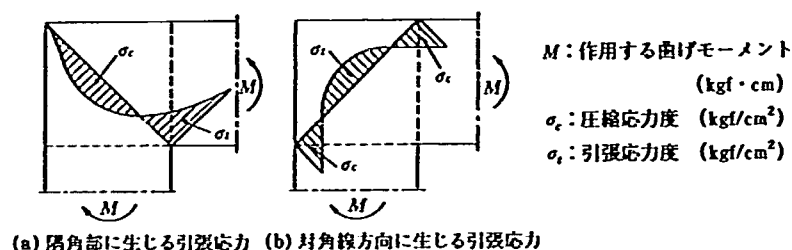


図-解 12.4.3 内側引張りの曲げモーメントが作用した場合の応力分布

端節点部に図-解 12.4.3 に示すような内側引張りの曲げモーメントが作用する場合には、内側の引張応力の作用方向が変換されることにより、対角線方向に同図(b)に示すような応力状態となる。この結果、圧縮応力の合力の作用により、節点部の角が押し剥がされる状態となりひびわれが生じるため、対角線方向に鉄筋を配置して補強しなければならない(図-解 12.4.4)。

この場合の引張力の合力 T は、簡易的に式(解 12.4.3)により求めてよい。

$$T = \sqrt{2} \cdot T_H \quad \text{----- (解 12.4.3)}$$

ここに、 T : 図-解 12.4.4 に示す対角線方向の引張応力の合力(kgf)

T_H : 水平部材または鉛直部材に作用する引張応力の合力(kgf)

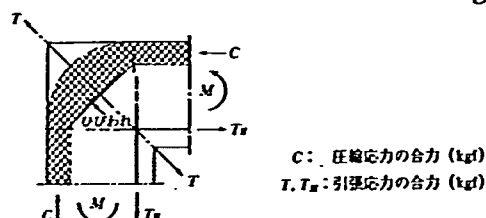


図-解 12.4.4 内側引張りの曲げモーメントによる節点部のひびわれ

なお、ラーメン橋の柱の配筋細目は下部構造編によるものとし、またラーメン節点部および節点部近傍の水平部材には、地震時などに大きな断面力が作用するため、耐震設計編の規定を参考に、十分なスターラップなどを配置しておかなければならない。

(2) 中間節点部での鉛直部材と水平部材の力の伝達を確実にするために、条文の規定を設けた。箱げた橋などの場合、隔壁に設けた開口部などで軸方向鉄筋が切断されることがあるが、この場合も図-解

12.4.5 の a-a 断面で必要とされる鉄筋が、条文で示すように定着されていることが必要である。

(3) ハンチには、計算上鉄筋が必要でない場合でも、用心のためハンチに沿う鉄筋を配置しなければならない。

(4) 節点部は、応力伝達上から重要な部分であり、また各種の鉄筋が交差しているので、節点部付近では主鉄筋の継手は原則として設けてはならないこととした。やむを得ず継手を設ける場合においては、重ね継手は避け、機械的継手などの継手を採用するのがよい。

道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋編（(社)日本道路協会、平成8年12月）³⁾より

(3) 道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編（(社)日本道路協会、平成8年12月）¹⁾

RCラーメン橋脚の柱・梁接合部の耐震設計に関しては、同示方書「9.8 鉄筋コンクリートラーメン橋脚の地震時保有水平耐力および許容塑性率」に塑性ヒンジを発生させないための標準的な配筋方法として以下のように解説されている。

9.3 鉄筋コンクリートラーメン橋脚の地震時保有水平耐力および許容塑性率

地震時に繰返し荷重が作用した場合において、柱部材とはり部材の節点部に塑性ヒンジを発生させないために、節点部の配筋には十分注意を払わなければならない。ただし、節点部の動的な耐力や変形性能に関しては、現在研究途上であり、未解明の部分が多い。したがって、節点部に関しては、現在まで我が国での被災例が少ないことおよび現場での施工性を考慮して図-解 9.8.7 に示すような配筋を標準としてよい。節点部には中間帯鉄筋は配筋しなくてもよいが、水平方向の帯鉄筋は柱部材の帯鉄筋間隔と同じ間隔で柱上端まで配筋し、鉛直方向の帯鉄筋ははり部材の帯鉄筋間隔と同じ間隔で配筋することに注

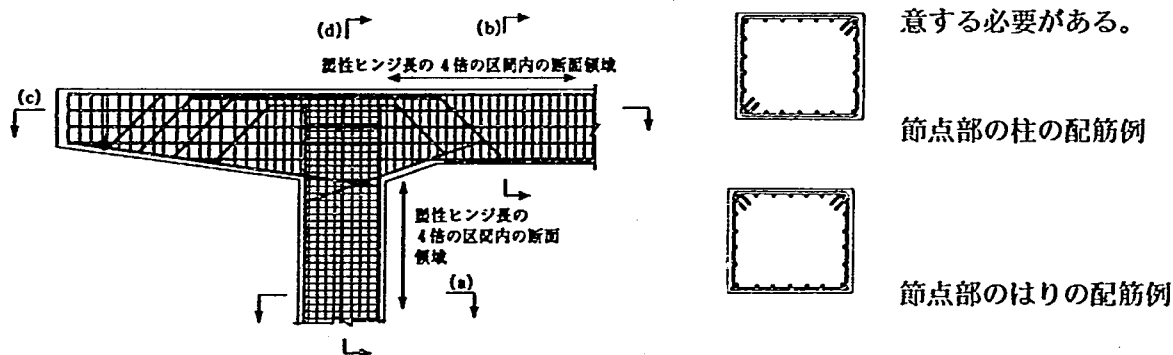


図-解 9.8.7 鉄筋コンクリートラーメン橋脚の節点部の標準的な配筋

道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編（(社)日本道路協会、平成8年12月）¹⁾より

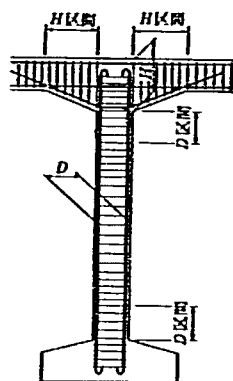
(4) 土木学会：コンクリート標準示方書設計編（(社)土木学会、1998）¹¹

同基準においては、ラーメン柱・梁接合部の設計に関して、以下のような構造細目が規定されている。

12.3.3 構造細目

- (1) ラーメン隅角部には、ハンチをつけることを原則とする。
- (2) 隅角部では、コンクリートの打継ぎを考慮して、鉄筋の配置を定めなければならない。
- (3) 柱とはりの接合部付近では、帯鉄筋またはスターラップを密に配置しなければならない。

(3)について ラーメン橋の柱やはりなどには、地震時に大きな曲げモーメントと同時にせん断力が作用し、しかもこれらが交番するため、斜めひび割れが交差して生じることが多い。このようなひび割れは急激な破壊をもたらすので、じん性を増すために、十分な帯鉄筋またはスターラップを効果的に配置する必要がある。また、特に柱の上部付近は施工上打継ぎを設けることが多く、この部分のコンクリートは、ブリーディング等により強度が弱くなることがあるので、帯鉄筋を多く配置するのがよい。特に、柱は、柱とはりの接合部のはりのハンチ下端から柱幅の範囲に配置する帯鉄筋比を 0.25 % 以上とし、その間隔は、部材最小寸法の 1/4 以下とするのがよい（解説 図 12.3.2 参照）。また、フーチングより柱幅の範囲の帯鉄筋比は 0.2 % 以上とするのがよい。はりの部材接合部からはり高さの範囲のはりには、0.2 % 以上、かつ計算で求めた値の 1.2 倍のスターラップを配置するのがよい。また、その際は、部材の有効高さの 1/4 以下とするのがよい。



解説 図 12.3.2 ラーメン中間節点の鉄筋の配置

コンクリート標準示方書設計編（(社)土木学会、1998）¹¹より

(5) 土木学会：コンクリート標準示方書耐震設計編（(社)土木学会、平成8年制定）⁵⁾

同基準においては、部材接合部の設計方法として、以下が規定されている。

6章 構造細目

5. 4 部材接合部

柱部材と梁やその他の部材との接合部は、他の部材が塑性域に達する前に耐荷力を失うことのないようにしなければならない。

【解 説】 レベル2の地震動に対して耐震性能2あるいは3を満足するように設計する場合には、部材が塑性域に達していることを想定している。接合部を有する構造では、部材が塑性域に達する前に接合部が耐荷力を失うと、所用の耐震性能を発揮できなくなる。したがって、接合部は、柱や梁等接合部に接している部材より高い耐荷性能を有していることが必要とされる。このためには、接合部の大きさを大きくしたり、ハンチを設けたり、あるいは横方向鉄筋を十分に配置するなどの対策が必要である。また、各部材から接合部に入る軸方向鉄筋は十分に定着されることが必要である。

コンクリート標準示方書耐震設計編（(社)土木学会、平成8年制定）⁵⁾ より

(6) 米国における設計方法 (Priestley ら)

米国においては、1989年のロムブリータ地震においてRCラーメン橋脚の柱梁接合部に多くの被害が発生したことから各種の検討が行われた。ここでは、Priestley らによりとりまとめられている柱・梁接合部に対する設計の考え方の概要⁶⁾を示す。

①柱梁接合部に作用するせん断力を簡略的に算出する。

$$V_{jh} = V_{col}^0 / h_b = M^0 / h_b$$

ここで、 V_{jh} : 接合部の水平方向せん断力

V_{col}^0 : 橋脚に作用するせん断力

l : 梁の下面から柱のモーメントが0となる位置までの距離

h_b : 梁高さ

M^0 : 塑性ヒンジの過強度曲げモーメント

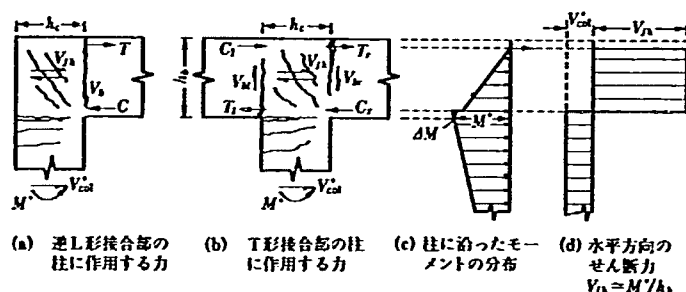


図-(6).1 接合部に作用する水平方向のせん断力⁶⁾

①-1 逆L型接合部の力のつり合い⁶⁾

	閉じる方向	開く方向
梁のモーメント	$M_b = T_b \left(d - \frac{a_b}{2} \right) + P_b \left(\frac{h_b}{2} - \frac{a_b}{2} \right)$	同左
梁の軸力	$P_b = (F) + V_{col}$	$P_b = (F) - V_{col}$
梁の圧縮力	$C_b = T_b + P_b$	同左
柱のモーメント	$M_c = M_b + V_b \frac{h_c}{2} - V_{col} \frac{h_b}{2}$ $\div T_c \left(0.7h_c - \frac{a_c}{2} \right) + P_c \left(\frac{h_c}{2} - \frac{a_c}{2} \right)$	同左 同左
柱の圧縮力	$C_c = T_c + P_c$	同左
接合部の水平せん断力	$V_{jh} = T_b (+0.5F)$	$V_{jh} = C_b (-0.5F)$
接合部の鉛直せん断力	$V_{jv} \div \frac{V_{jh} h_b}{h_c}$	同左

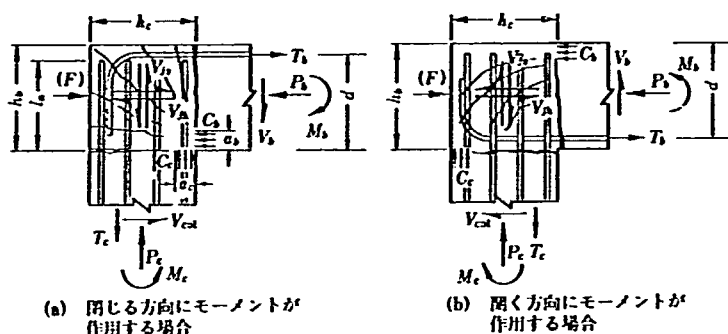


図-(6).2 逆L形接合部に作用する力⁶⁾

①-2 T型接合部の力のつり合い⁶⁾

接合部のモーメントのつり合い $M_c + V_{col} \frac{h_b}{2} = M_{bl} + M_{br} + (V_{bl} + V_{br}) \frac{h_c}{2}$

左側の梁のモーメント $M_{bl} = T_{bl} \left(d_l - \frac{a_{bl}}{2} \right) + P_{bl} \left(\frac{h_b}{2} - \frac{a_{bl}}{2} \right)$

右側の梁のモーメント $M_{br} = T_{br} \left(d_r - \frac{a_{br}}{2} \right) + P_{br} \left(\frac{h_b}{2} - \frac{a_{br}}{2} \right)$

左側の梁の軸力 $P_{bl} \div F + 0.5V_{col}$

右側の梁の軸力 $P_{br} \div F - 0.5V_{col}$

接合部の水平せん断力 $V_{jh} = T_{bl} + C_{br}$

接合部の鉛直せん断力 $V_{jv} = \frac{V_{jh} h_b}{h_c}$

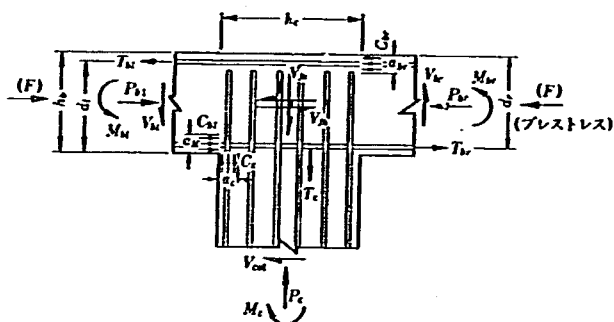


図-(6).3 T形接合部に作用する力⁶⁾

②平均せん断応力度を算出する。

$$v_{jh} = V_{jh} / (b_{je} \cdot h_c) = V_{jv} / (b_{je} \cdot h_b)$$

ここで、 v_{jh} ：接合部の平均せん断応力度

b_{je} ：接合部有効幅

h_c ：柱の断面高さ

③接合部の主応力度を算出する。

$$p_c, p_t = \frac{f_v + f_h}{2} \pm \left(\left(\frac{f_v - f_h}{2} \right)^2 + v_j^2 \right)^{1/2}$$

ここで、 p_c, p_t ：圧縮および引張主応力度

v_j ：接合部に作用するせん断応力度

f_v, f_h ：鉛直および水平圧縮応力度

④-1 逆L形接合部の配筋

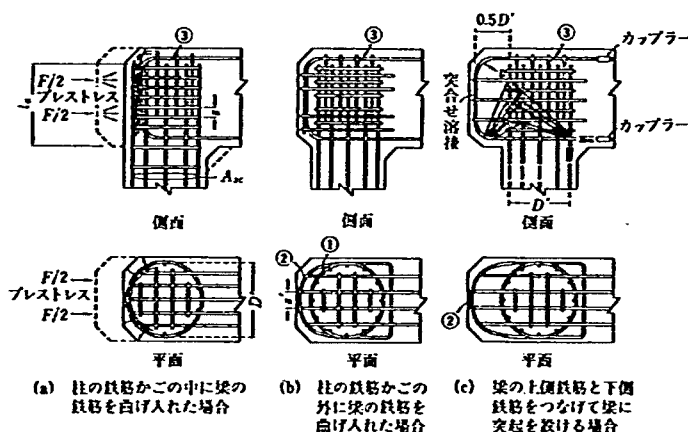


図-(6).4 逆L形接合部の閉じる方向のモーメントに対する配筋⁶⁾

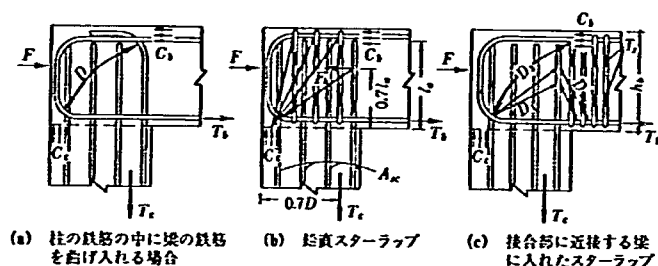


図-(6).5 逆L形接合部の開く方向のモーメントに対する配筋⁶⁾

それぞれの配筋において、引張主応力度に応じて必要量の横フープ筋あるいはスターラップを配置する。

$$p_t \leq 0.29 \sqrt{f'_c} \text{ (MPa) のとき、 } \rho_{s, \min} = 0.29 \sqrt{f'_c} / f_{yh}$$

$$p_t \geq 0.42 \sqrt{f'_c} \text{ (MPa) のとき、 } \rho_s = 4 A_h / D' s$$

中間の場合は線形補間する。

ここに、 f_{yh} ：横拘束筋の降伏強度

A_h ：せん断補強筋1本あたりの断面積

④-2 T形接合部の配筋

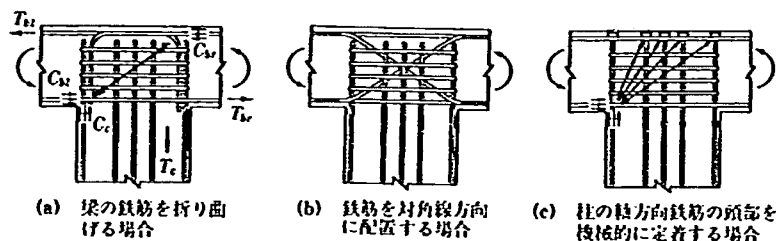


図-(6).6 T形接合部の力の伝達に関するメカニズム⁶⁾

T形接合部の場合も逆L形接合部の場合と同様に、引張主応力度に応じて必要な量の横フープ筋やスターラップを配置する。

(a)の場合

$$\text{鉛直方向せん断補強筋} : A_{sh} = T_{bl} / f_{yh}$$

$$\text{水平方向せん断補強筋} : A_{jv} = T_c / f_{yv}$$

(b)の場合

$$\rho_s = (3.3 / D f_{yh} l_a) (0.09 A_{sc} f_{yc}^0 D / l_a - F)$$

(c)の場合

$$A_{jv} = 0.125 A_{sc} f_{yc}^0 / f_{yv}$$

$$\Delta A_{sb} = 0.0625 A_{sc} f_{yc}^0 / f_{yb}$$

$$\rho_s = (3.3 / D f_{yh} l_a) (0.09 A_{sc} f_{yc}^0 D / l_a - F)$$

ここで、 l_a : 橋脚軸方向鉄筋の定着長

A_{jv} : 梁の鉛直方向スターラップ

A_{sc} : 橋脚の軸方向鉄筋断面積

f_{yc}^0 : 柱鉄筋の過強度

ΔA_{sb} : 梁の下側鉄筋として追加する鉄筋量

(技報堂出版「橋梁の耐震設計と耐震補強」1998年4月より)

3. 実験供試体と実験手法

3.1 実験供試体の特性

実施した6体の柱・梁接合部の繰返し載荷実験における供試体の特徴を表-3・1に示す。また図-3・1～3・9に配筋図等を示す。

表-3・1 実験供試体の特徴

供試体		CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASE6
柱	断面寸法 (mm)	600×600	600×600	600×600	600×600	600×600	600×600
	軸方向鉄筋	16-D13	16-D13	20-D19	20-D19	20-D16	20-D19
	軸方向鉄筋比 (%)	0.56	0.56	1.59	2.82	1.10	1.59
	帯鉄筋	D6ctc125	D6ctc125	D6ctc125	D10ctc125	D6ctc125	D6ctc125
	中間帯鉄筋 (/断面)	2-D6	無	2-D6	2-D10	2-D6	2-D6
	定着方法	鋭角・半円	直角	鋭角・半円	鋭角・半円	鋭角・半円	鋭角・半円
	横拘束筋比 (%)	0.36	0.19	0.47	1.26	0.48	0.47
	軸力導入	有(530kN)	有(530kN)	無	無	無	無
梁	断面寸法 (mm)	600×600	600×600	600×600	600×600	600×600	600×600
	軸方向鉄筋	17-D13	17-D13	16-D19	16-D25	16-D16	16-D19
	軸方向鉄筋比 (%)	0.60	0.60	1.27	2.25	0.88	1.27
	帯鉄筋	D6ctc250	D6ctc250	D6ctc150	D10ctc250	D6ctc150	D6ctc150
	中間帯鉄筋 (/断面)	2-D6	2-D6	2-D6	2-D10	2-D6	2-D6
	定着方法	鋭角・半円	直角	鋭角・半円	鋭角・半円	鋭角・半円	鋭角・半円
	横拘束筋比 (%)	0.24	0.22	0.53	0.62	0.52	0.53
	軸方向筋の定着部折曲げ	無	無	無	無	無	有
鉄筋の材質		SD295A	SD295A	SD295A	SD295A	SD295A	SD295A
コンクリート設計基準強度 (N/mm ²)		26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5
配筋方法		H8道示	H2道示	H8道示	H8道示	H8道示	H8道示

(1) CASE1 供試体

実験では、RCラーメン橋脚の梁および柱部分を含む柱・梁接合部を取り出した部分模型を用いた。供試体の大きさは図-3・1に示すように、断面幅 600mm × 600mm、梁長さ 2700mm、柱長さ 2100mm とし、柱および梁ともに接合部の付け根から 2100mm の長さとした。これは実験装置による制約や運搬等の条件より可能な限り大きくしたためである。なお、ハンチについてはその勾配や大きさによって供試体の破壊モードや耐力等に影響することが予想されるため、柱・梁部材は全て等断面と仮定した。

CASE1 供試体は、平成8年道路橋示方書に基づく標準配筋の橋脚を想定したもので、梁の軸方向鉄筋としてD13×17本、帯鉄筋としてD6を250mm ピッチに配筋し、断面内にD6×2本の中間帯鉄筋を配筋した。柱には軸方向鉄筋としてD13×16本、帯鉄筋としてD6を125mm ピッチに配筋し、断面内にD6×2本の中間帯鉄筋を配置した。鉄筋の定着は鋭角フックまたは半円形フックとした。また柱には上部構造重量に相当する軸力としてPC鋼棒により530kNの軸力を導入した。これは応力度として1.5N/mm²に相当する。軸力の導入方法を図-3・8に示す。

使用した材料は、鉄筋はSD295A、コンクリートの設計基準強度は26.5kN/mm²である。

(2) CASE 2 供試体

CASE 2 供試体の寸法は、CASE 1 供試体と同じである。CASE 2 供試体は、既設橋脚をモデル化する意味でCASE 1 供試体の配筋を平成 2 年道路橋示方書に基づいて配筋し直したものであり、使用した軸方向鉄筋やその本数、帯鉄筋についてはCASE 1 供試体と同じである。CASE 1 供試体との違いは帯鉄筋の定着方法と柱に中間帯鉄筋を配置していないという点である。鉄筋の定着は直角フックとし、梁には中間帯鉄筋をD 6×2 本設定したが、柱には中間帯鉄筋を配置しなかった。柱の軸力としては、CASE 1 供試体の場合と同様に、上部構造重量の相当する軸力としてPC 鋼棒により 530kN の軸力を導入した。

(3) CASE 3 供試体

CASE 3～5 供試体については、柱と梁の曲げ耐力を変化させるために軸方向鉄筋量を変化させた。すなわち、CASE 3 供試体は梁の軸方向鉄筋としてD 19×16 本、帯鉄筋としてD 6 を 150mm ピッチに配筋し、断面内にD 6×2 本の中間帯鉄筋を配置した。柱には軸方向鉄筋としてD 19×20 本、帯鉄筋としてD 6 を 125mm ピッチに配筋し、断面内にD 6×2 本の中間帯鉄筋を配置した。鉄筋の定着は鋭角フックまたは半円形フックとした。なお、CASE 3～6 供試体については柱に軸力を導入しなかった。

(4) CASE 4 供試体

CASE 4 供試体は、梁の軸方向鉄筋としてD 25×16 本、帯鉄筋としてD 10 を 250mm ピッチに配筋し、断面内に中間帯鉄筋をD 10×2 本配置した。柱には軸方向鉄筋としてD 25×20 本、帯鉄筋としてD 10 を 125mm ピッチで配筋し、断面内に中間帯鉄筋をD 10×2 本配置した。鉄筋の定着は鋭角フックまたは半円形フックとした。

(5) CASE 5 供試体

CASE 5 供試体は、梁の軸方向鉄筋としてD 16×16 本、帯鉄筋としてD 6 を 150mm ピッチに配筋し、断面内に中間帯鉄筋をD 6×2 本配置した。柱には軸方向鉄筋としてD 16×20 本、帯鉄筋としてD 6 を 125mm ピッチで配筋し、断面内に中間帯鉄筋をD 6×2 本配置した。鉄筋の定着は鋭角フックまたは半円形フックとした。

(6) CASE 6 供試体

CASE 6 供試体の配筋は、CASE 3 供試体と同じである。すなわち、梁の軸方向鉄筋としてD 19×16 本、帯鉄筋としてD 6 を 150mm ピッチに配筋し、断面内にD 6×2 本の中間帯鉄筋を配置した。柱には軸方向鉄筋としてD 19×20 本、帯鉄筋としてD 6 を 125mm ピッチに配筋し、断面内にD 6×2 本の中間帯鉄筋を配置した。鉄筋の定着は鋭角フックまたは半円形フックとした。CASE 3 供試体との違いは、梁の上側軸方向鉄筋を下に折曲げ、鉄筋の定着を確保する形にした点である。この軸方向鉄筋の折曲げ状態を図-3・9に示す。

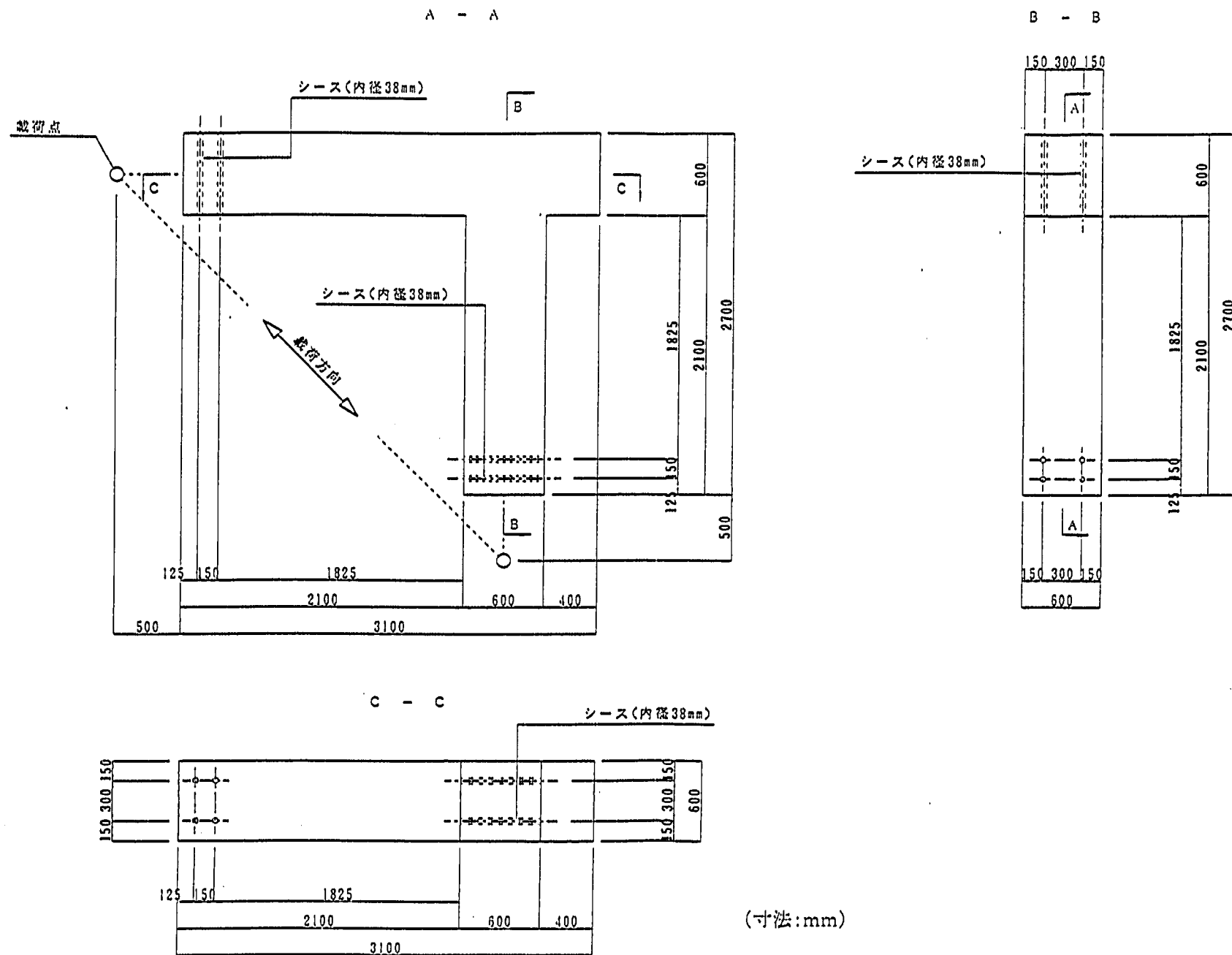
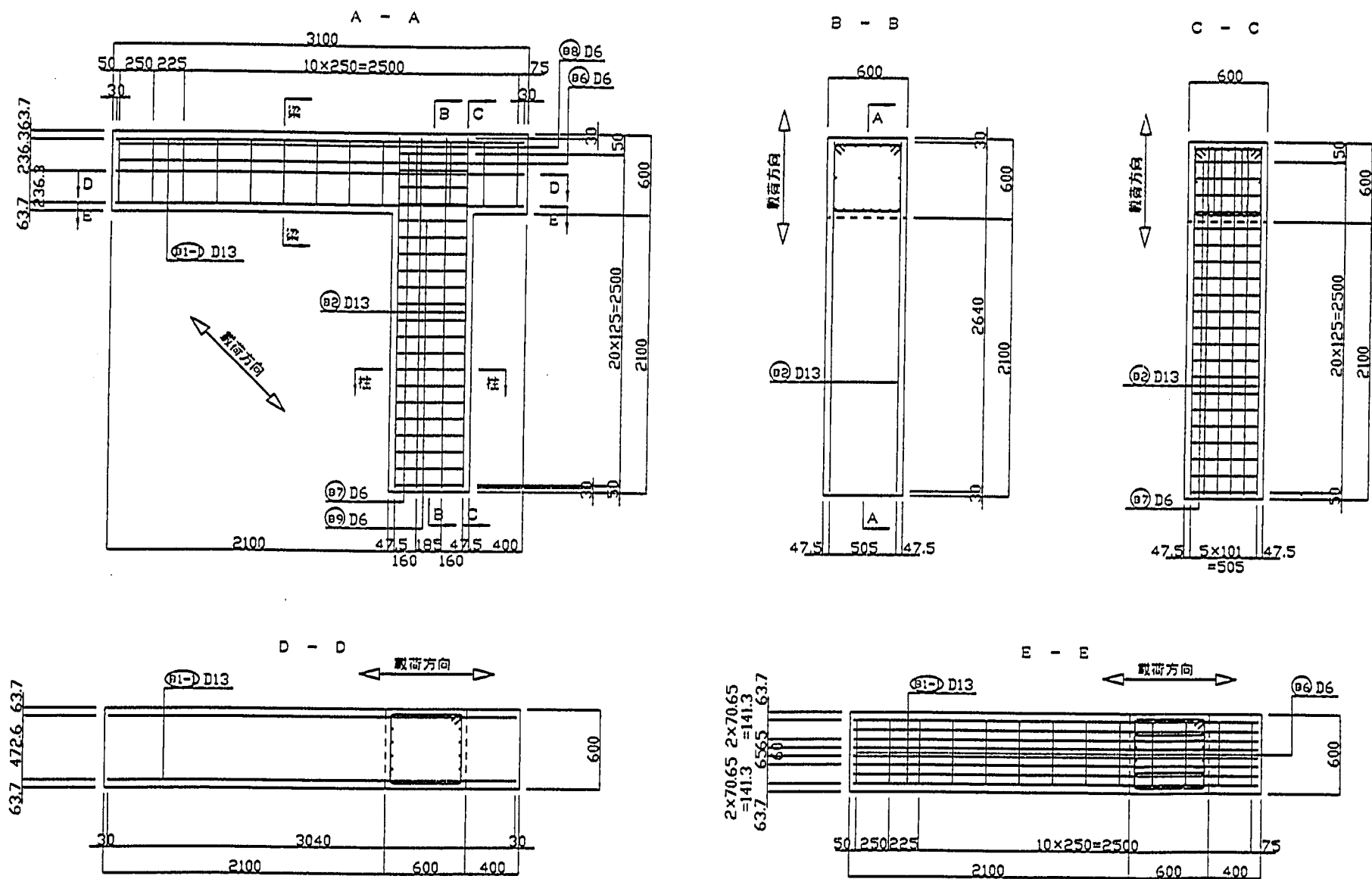
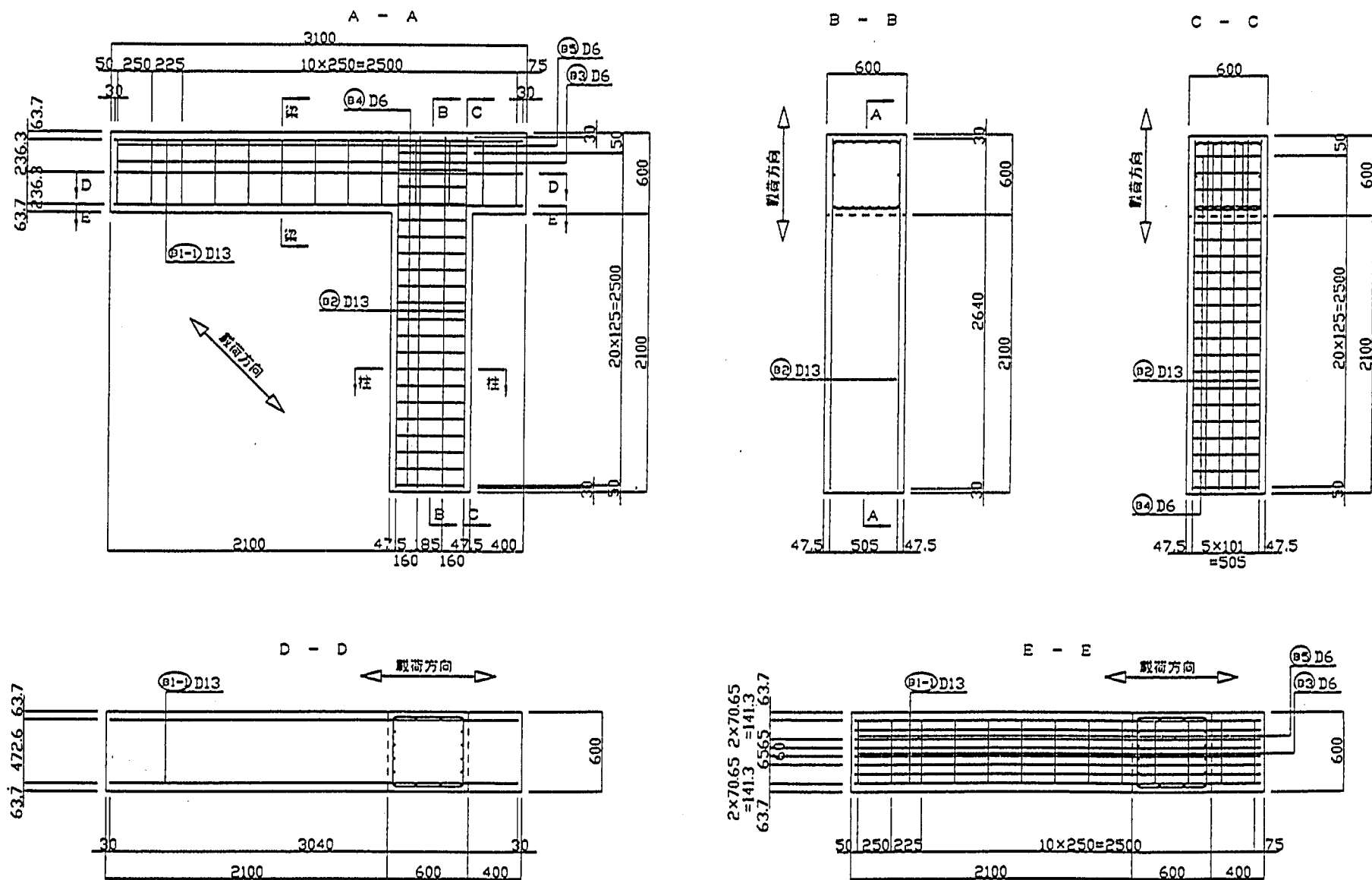


図-3・1 供試体外形寸法



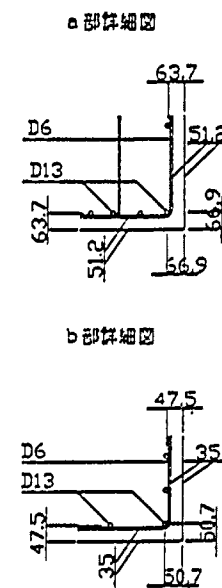
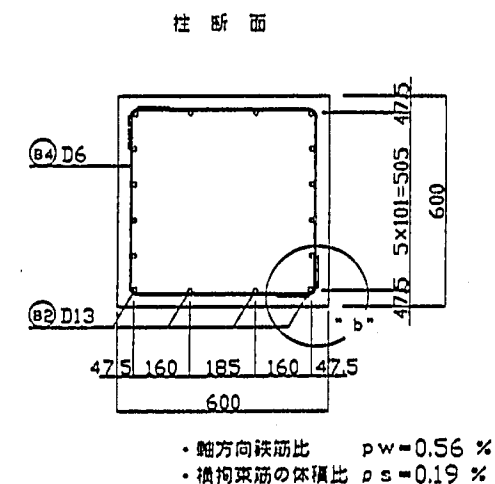
(寸法:mm)

图-3·2 (1) 供试体配筋图 (CASE 1)



(寸法:mm)

图-3·3 (1) 供試体配筋图 (CASE 2)



(寸法:mm)

圖-3·3 (2) 供試體配筋圖 (CASE 2)

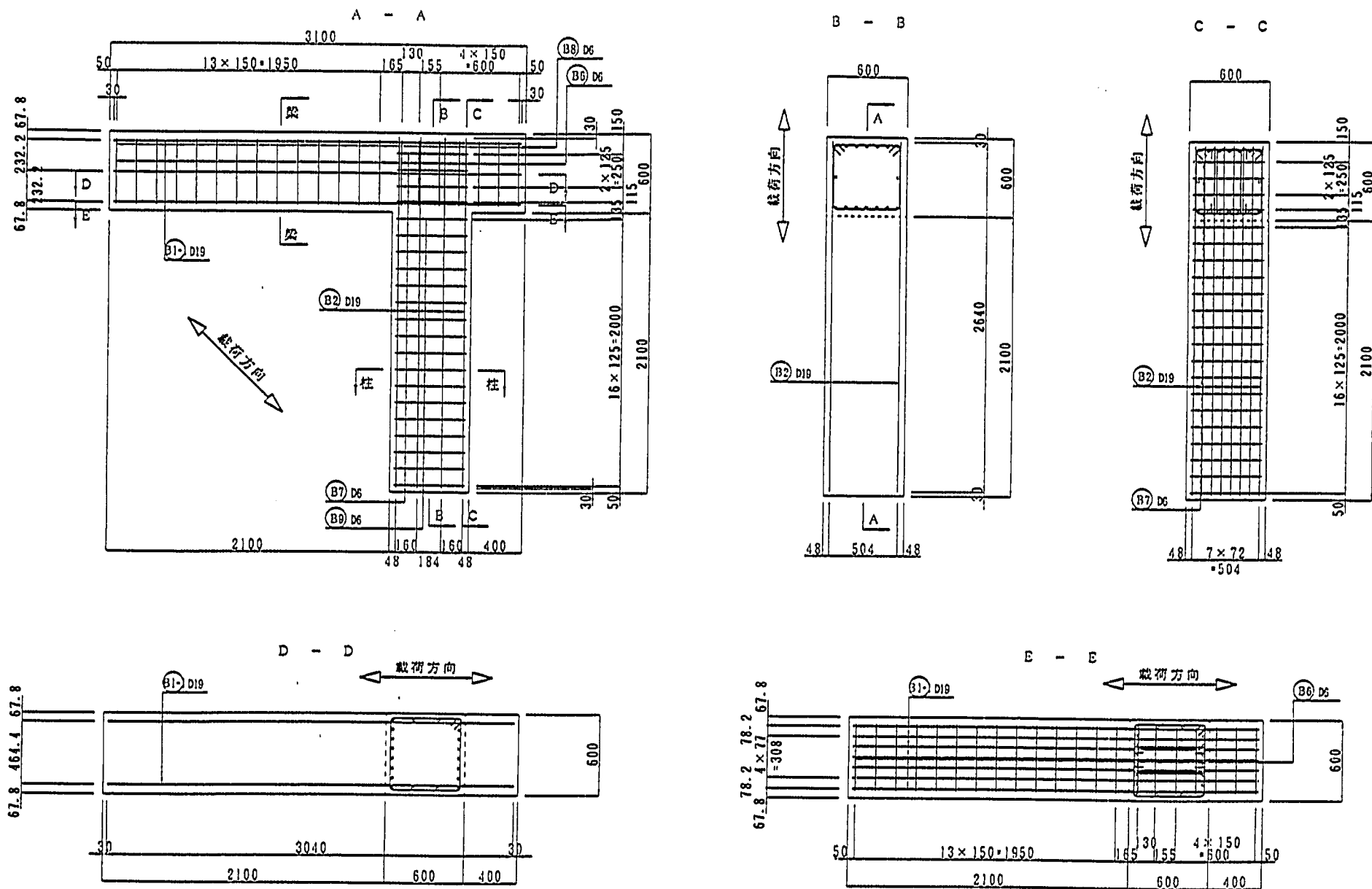


图-3·4 (1) 供试体配筋图 (CASE 3)

(寸法:mm)

图-3·4 (2) 供试体配筋图 (CASE 3)

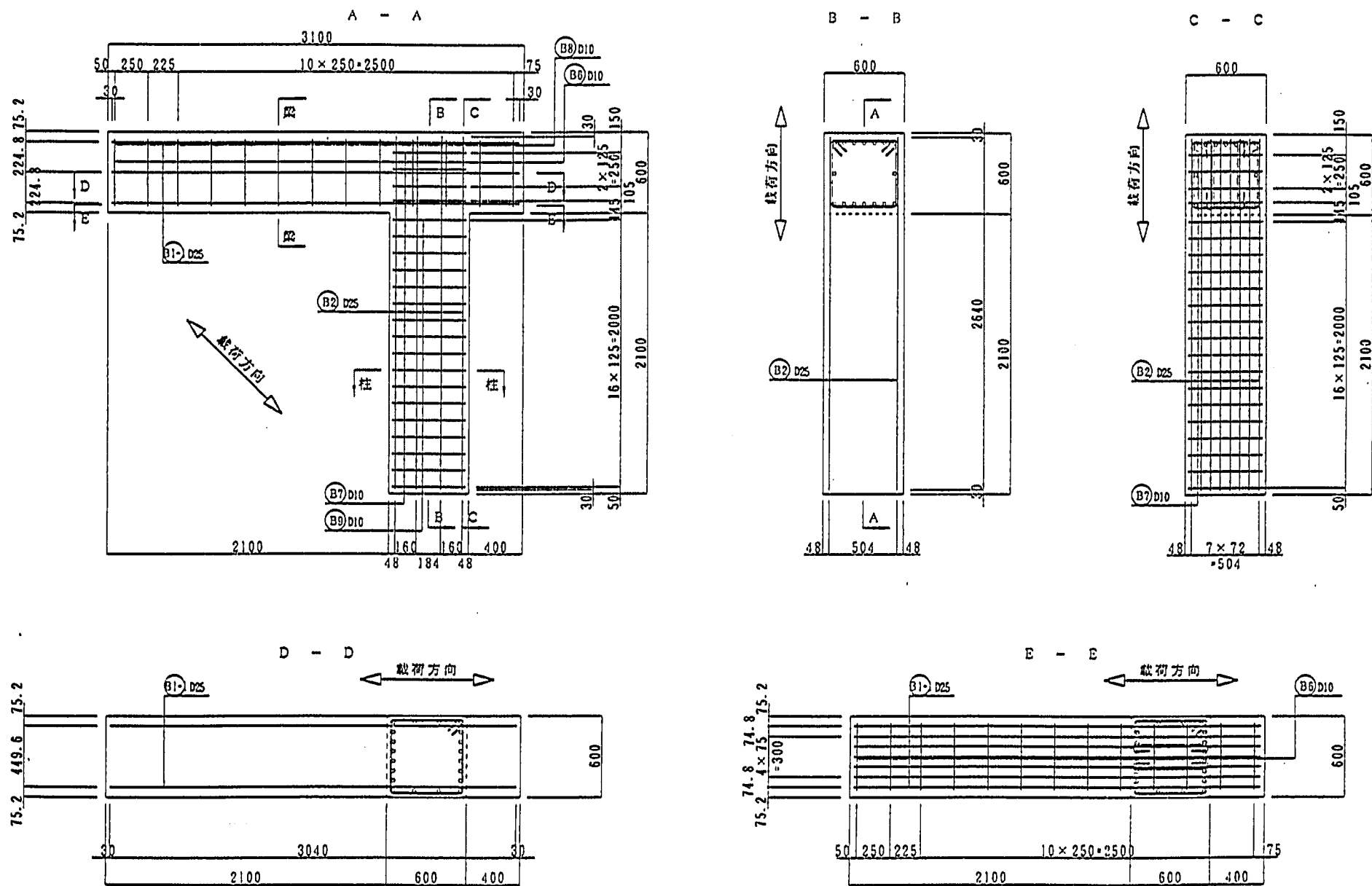
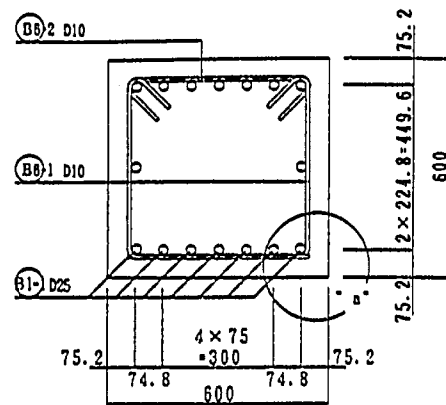


图-3·5 (1) 供试体配筋图 (CASE 4)

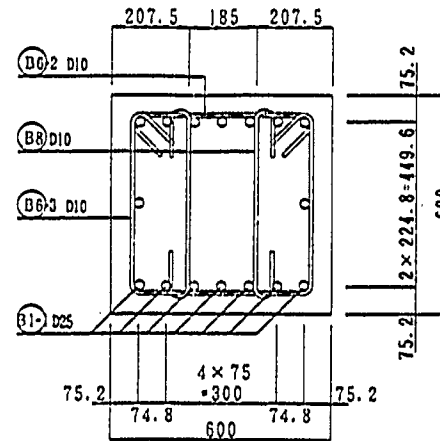
(寸法:mm)

梁断面（隅角部）



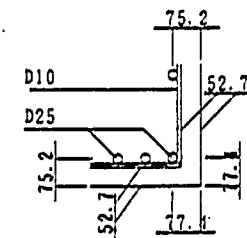
- ・軸方向鉄筋比 $p_w = 2.25\%$
- ・横拘束筋の体積比 $p_s = 0.12\%$

梁断面（標準部）

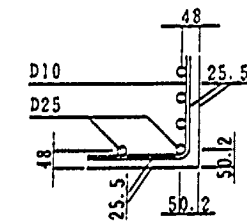


- ・軸方向鉄筋比 $p_w = 2.25\%$
- ・横拘束筋の体積比 $p_s = 0.32\%$

a 部詳細図



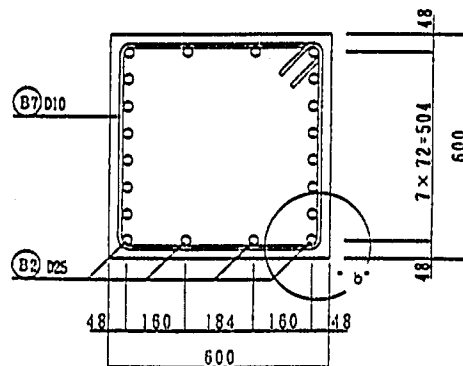
b 部詳細図



※帯筋は定着フック位置を干渉
にして配置する。

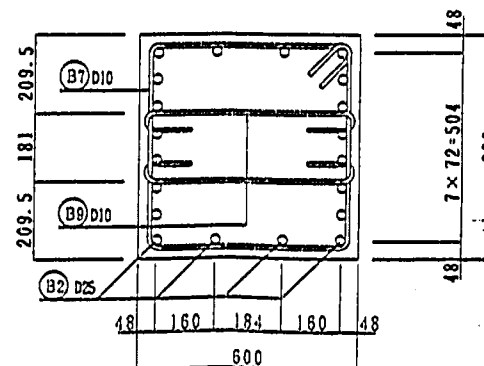
※中間帯鉄筋は帯鉄筋のみを囲
う様に配置する。

柱断面（隅角部）



- ・軸方向鉄筋比 $p_w = 2.82\%$
- ・横拘束筋の体積比 $p_s = 0.10\%$

柱断面（標準部）



- ・軸方向鉄筋比 $p_w = 2.82\%$
- ・横拘束筋の体積比 $p_s = 0.29\%$

図-3・5 (2) 供試体配筋図 (CASE 4)

(寸法:mm)

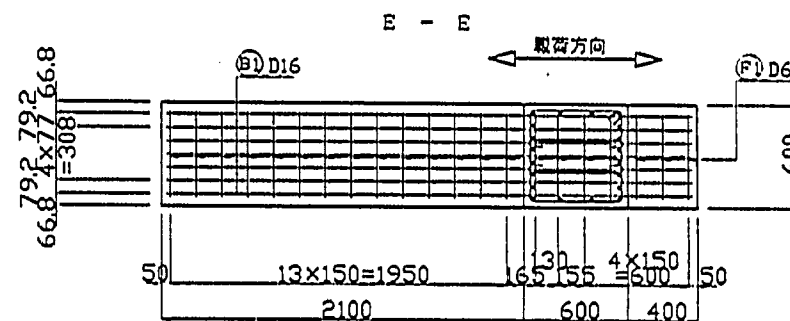
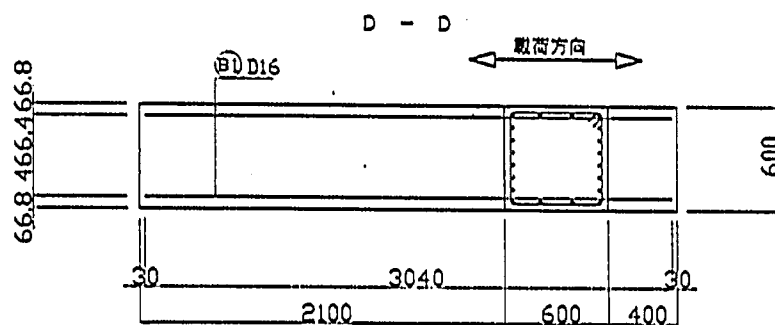
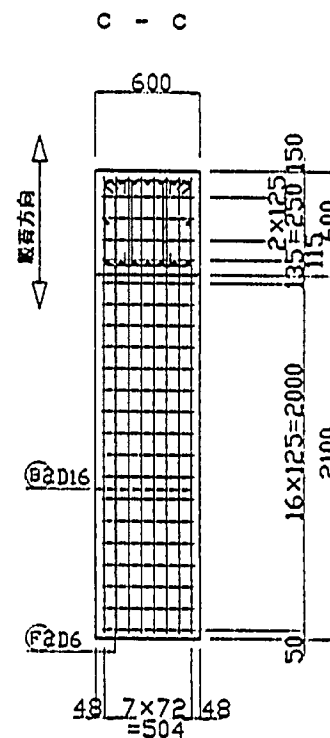
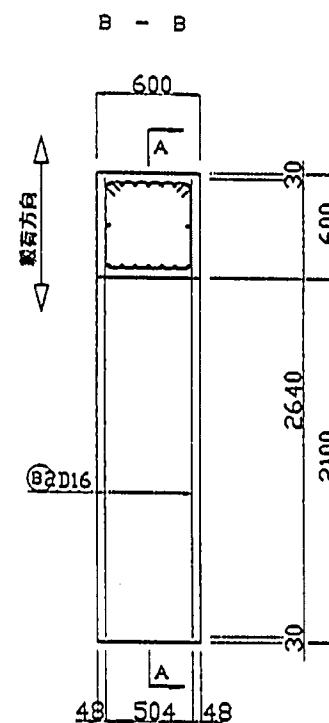
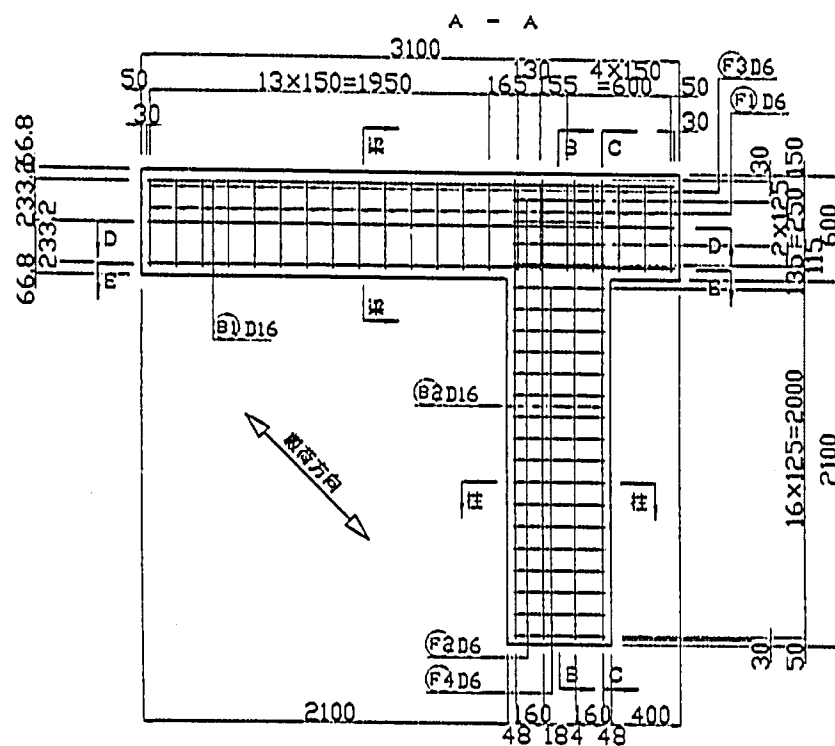


图-3·6 (1) 供試体配筋図 (CASE 5)

(寸法:mm)

图-3·6 (2) 供试体配筋图 (CASE 5)

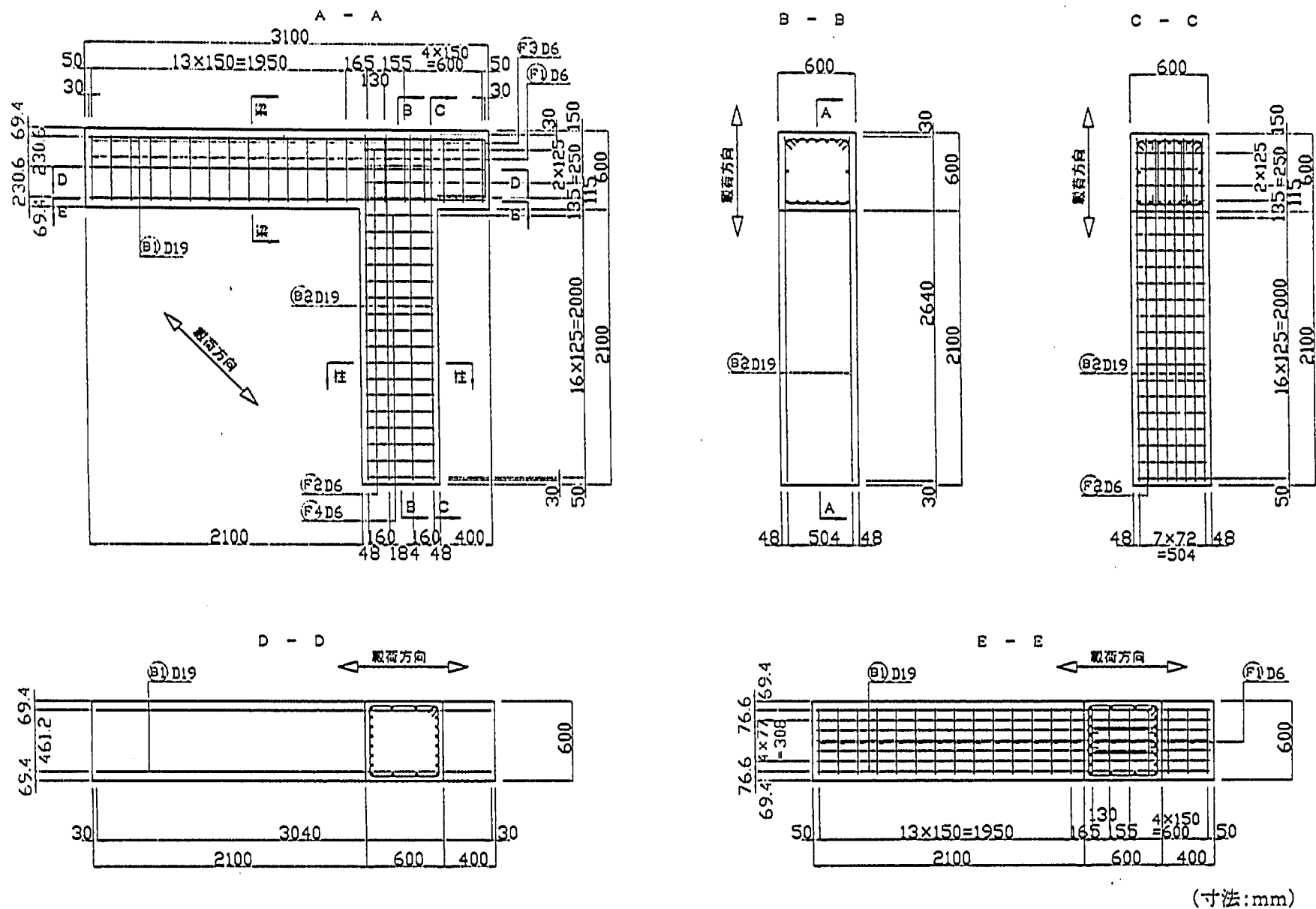
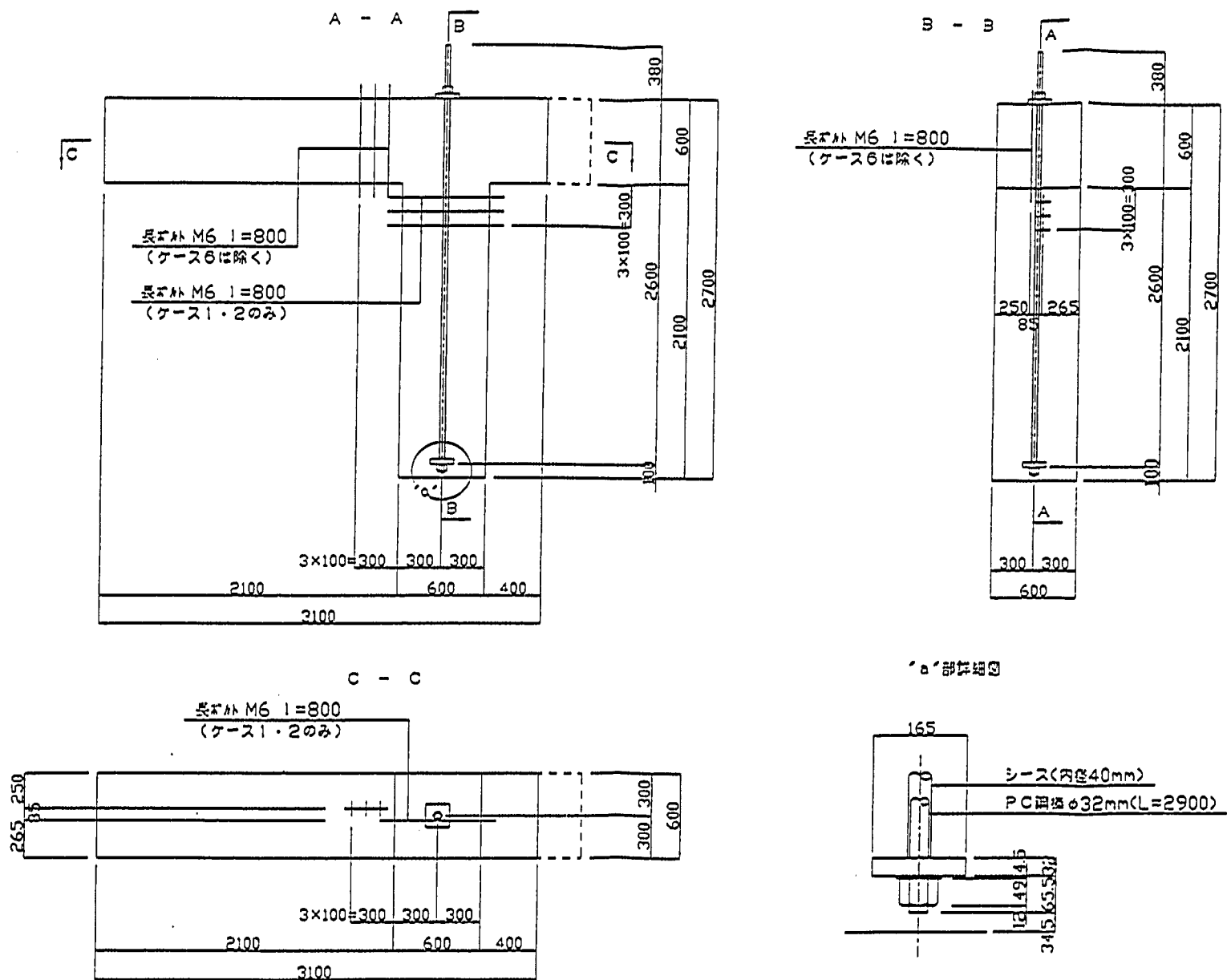


图-3·7 (1) 供試体配筋图 (CASE 6)

(寸法:mm)



PC鋼材への張力導入は、部材搬入後行う。

図-3・8 柱軸力載荷用鋼棒の配置

(寸法:mm)

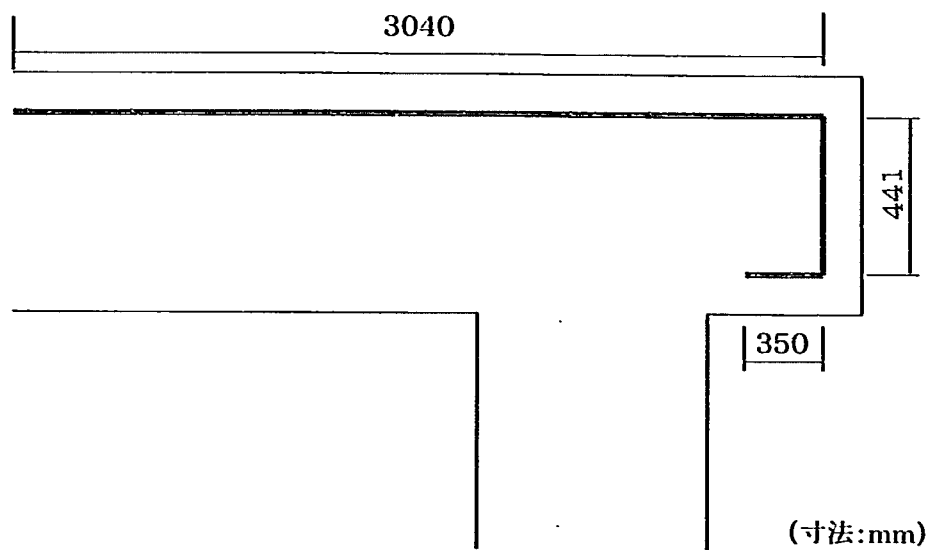


図-3.9 CASE 6 供試体の梁主鉄筋定着状況

3.2 実験手法

繰返し載荷実験の状況を図-3・10に示す。実験は、建設省土木研究所部材耐震強度実験施設の実験ピット内で実施した。

供試体の両端は、回転可能な治具により固定し、一方は反力フレームに、もう一方は水平加振機に連結した。載荷方向は、回転ピンどうしを直線で結ぶ方向とし、基準となる変位 δy を予備載荷により求め、その変位に基づいて $n \delta y$ ($n = 1, 2, 3 \dots$) と基準変位を整数倍した載荷変位による載荷を行った。載荷は、正弦波の正負交番の繰返し載荷で、繰返し回数を3回とした。また、載荷加重は押す方向（供試体が閉じる方向）を正方向とし、正負交番載荷は正荷重から開始した。なお、基準変位は、梁または柱の軸方向鉄筋の何れかが降伏ひずみに達する変位量とした。

載荷は耐力の低下が生じ、降伏耐力を下回ることを確認できるまで載荷変位を増加して行うことを基本とし、各載荷ステップが終了したときには、供試体の損傷状況を確認し、写真撮影を行った。

4. 実験結果

4. 1 材料特性

供試体の材料特性を以下に示す。試験結果は、1) 実験実施日に圧縮試験を行ったコンクリートの圧縮強度 (CASE3,4,5,6 については引張強度についても示す)、2) 供試体に用いられている軸方向鉄筋および帯鉄筋の引張試験結果、である。

1) コンクリートの材料試験結果

表-4・1に試験結果を示す。

表-4・1 コンクリートの材料試験結果

CASE 1	圧縮試験	1	2	3	平均
	最大荷重 (kN)	226	227	231	228
	圧縮強度 (N/mm ²)	28.7	28.9	29.3	29.0
	ヤング係数 (N/mm ²)	2.72×10^4	2.72×10^4	2.75×10^4	2.73×10^4
CASE 2	圧縮試験	1	2	3	平均
	最大荷重 (kN)	219	202	211	211
	圧縮強度 (N/mm ²)	27.9	25.7	26.9	26.9
	ヤング係数 (N/mm ²)	2.67×10^4	2.56×10^4	2.62×10^4	2.62×10^4
CASE 3	圧縮試験	1	2	3	平均
	最大荷重 (kN)	237	233	250	240
	圧縮強度 (N/mm ²)	30.2	29.6	31.8	30.6
	ヤング係数 (N/mm ²)	2.97×10^4	2.76×10^4	2.81×10^4	2.78×10^4
	引張試験 (φ 150,h300)	1	2	3	平均
	最大荷重 (kN)	157	196	207	187
	引張強度 (N/mm ²)	2.2	2.8	2.9	2.6
CASE 4	圧縮試験	1	2	3	平均
	最大荷重 (kN)	241	234	249	242
	圧縮強度 (N/mm ²)	30.7	29.8	31.7	30.8
	ヤング係数 (N/mm ²)	2.79×10^4	2.76×10^4	2.81×10^4	2.79×10^4
	引張試験 (φ 150,h300)	1	2	3	平均
	最大荷重 (kN)	180	160	196	179
	引張強度 (N/mm ²)	2.6	2.3	2.8	2.5
CASE 5	圧縮試験	1	2	3	平均
	最大荷重 (kN)	219	223	214	219
	圧縮強度 (N/mm ²)	27.9	28.4	27.2	27.8
	ヤング係数 (N/mm ²)	2.70×10^4	2.72×10^4	2.66×10^4	2.69×10^4
	引張試験 (φ 150,h300)	1	2	3	平均
	最大荷重 (kN)	113	132	138	128
	引張強度 (N/mm ²)	1.6	1.9	2.0	1.8
CASE 6	圧縮試験	1	2	3	平均
	最大荷重 (kN)	215	223	210	216
	圧縮強度 (N/mm ²)	27.4	28.4	26.7	27.5
	ヤング係数 (N/mm ²)	2.67×10^4	2.72×10^4	2.64×10^4	2.68×10^4
	引張試験 (φ 150,h300)	1	2	3	平均
	最大荷重 (kN)	148	139	146	144
	引張強度 (N/mm ²)	2.1	2.0	2.1	2.1

ヤング係数：道路橋示方書Ⅰ共通編 表-3.3.3 の値より直線補間

2) 鉄筋引張試験結果

軸方向鉄筋および帯鉄筋の試験結果を表-4・2に示す。

表-4・2 鉄筋の材料試験結果

	鉄筋径	断面積 (cm ²)	降伏荷重 (kN)	降伏強度 (N/mm ²)	平均強度 (N/mm ²)	最大荷重 (kN)	最大点強度 (N/mm ²)
CASE 1 CASE 2	D 13 軸方向鉄筋	1.1419 (0.95 × 1.202)	40.7	356	354	57.8	507
			40.3	353		57.3	502
			40.4	354		57.4	503
	D 6 帯鉄筋	0.2993 (0.95 × 0.3150)	10.3	345	341	15.5	508
			10.0	334		14.7	492
			10.3	344		15.1	505
CASE 3	D 19 軸方向鉄筋	2.722 (0.95 × 2.865)	100.3	368	362	143.8	529
			99.4	365		142.9	525
			96.2	354		140.6	517
	D 6 帯鉄筋	0.3009 (0.95 × 0.3167)	97.8	325	338	16.1	534
			98.3	326		16.0	531
			109.0	363		15.7	521
CASE 4	D 25 軸方向鉄筋	4.814 (0.95 × 5.067)	185.4	385	383	274.2	570
			183.2	381		271.8	565
			185.0	384		268.1	557
	D 10 帯鉄筋	0.6776 (0.95 × 0.7133)	24.6	363	367	33.1	489
			24.9	367		34.2	505
			25.0	369		33.2	491
CASE 5	D 16 軸方向鉄筋	2.722 (0.95 × 2.865)	68.0	358	360	102.1	537
			68.6	360		101.8	535
			68.4	361		101.8	537
	D 6 帯鉄筋	0.3009 (0.95 × 0.3167)	11.4	365	365	17.6	562
			11.5	368		17.3	553
			11.5	368		17.5	559
CASE 6	D 19 軸方向鉄筋	4.814 (0.95 × 5.067)	101.5	367	366	150.5	545
			100.0	363		149.5	542
			101.0	368		153.0	557
	D 6 帯鉄筋	0.3009 (0.95 × 0.3167)	11.4	365	366	17.6	562
			11.5	366		17.4	556
			11.5	368		17.3	553

(備考) 材料試験結果は、ゲージ貼付用に鉄筋節を削り落としたため、原断面で行った引張試験より低下する値となる (通常は約5%の断面欠損率に調整)。

4. 2 繰返し載荷実験結果

各供試体の繰返し載荷実験結果を示す。また以下に示す項目は巻末の計測データ集に示す。

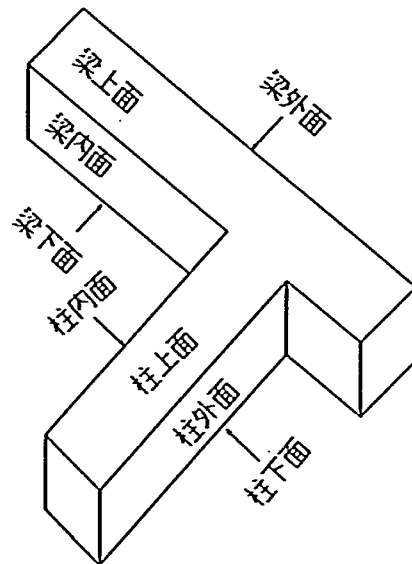
I. 損傷状況

II. 計測最大最小値

III. 荷重－ひずみ関係

IV. 曲げモーメント－曲率関係

なお、供試体各面の呼称について図－4・1に示す。表中での～面とは、供試体が設置されたときの状態で表している。例えば、梁外面は実橋脚を想定したときの支承設置面に相当する。



図－4・1 供試体各面の呼称

1) CASE 1 供試体

CASE 1 供試体は $1 \delta y$ の載荷変位を 6.2mm に設定し、 $11 \delta y$ (68.2mm) まで載荷を行った。表－4・3に各載荷における破壊進展状況を、図－4・2に供試体の最終損傷状況を、図－4・3に載荷方向の荷重－変位関係を示す。加振する変位の増加とともに、梁の付け根部分に塑性ヒンジに相当する損傷が生じたが、柱・梁接合部にはひび割れは生じなかった。梁付け根部のひび割れは $8 \delta y$ まで進展し続け、最終的に $9 \delta y$ 載荷時に梁付け根部のかぶりコンクリートが剥落し、その部分の軸方向鉄筋が座屈することにより耐力の低下が見られたが、軸方向鉄筋の破断には至らなかった。

正側の荷重に対しては降伏後に耐力の保持が $9 \delta y$ まで見られたが、負側においては $8 \delta y$ まで耐力の微増が見られ、 $9 \delta y$ 以降耐力が低下した。負側の耐力が低下したのは梁外面側のコンクリートが剥落し、圧縮に対する抵抗力が減少していったためと考えられる。

2) CASE 2 供試体

CASE 2 供試体は $1 \delta y$ の載荷変位を 6.7mm に設定し、 $11 \delta y$ (73.7mm) まで載荷を行った。表－4・

変位関係を示す。

CASE 2 供試体はCASE 1 供試体の場合と全く同様に、加振する変位の増加とともに梁の付け根部分に塑性ヒンジに相当する損傷が生じたが、柱・梁接合部にはひび割れは生じなかった。梁付け根部に発生したひび割れは $8\delta y$ まで進展し続け、そして最終的に $9\delta y$ 載荷時に梁付け根部のかぶりコンクリートが剥落し、その部分の軸方向鉄筋が座屈することにより耐力の低下が見られたが、軸方向鉄筋の破断には至らなかった。

正側の荷重に対しては降伏後に耐力の保持が $9\delta y$ まで見られたのに対し、負側においては $8\delta y$ まで耐力の微増が続いたあと、 $9\delta y$ 以降で耐力が低下した。これはCASE 1の場合と同様に、梁外面側のコンクリートの剥落により圧縮に対する抵抗力が小さくなったためと考えられる。

3) CASE 3 供試体

軸方向鉄筋に D19、帯鉄筋に D6 を用いて製作した CASE 3 供試体は、予備載荷の結果 $1\delta y$ の載荷変位を 15mm に設定し、 $7\delta y$ (105mm) まで載荷を行った。表-4・5に各載荷における損傷の進展状況を、また図-4・6に供試体の最終損傷状況を、図-4・7に載荷方向の荷重-変位関係を示す。

CASE 3 供試体では、 $4\delta y$ 載荷時に柱・梁接合部に斜めひび割れが発生し、さらにかぶりコンクリートのはらみ出しが始まった。 $5\delta y$ 載荷時にさらにひび割れが進展するとともに、梁外面側のコンクリートが大きく剥落、梁外面の軸方向鉄筋の付着が切れたために正側の耐力が大きく低下した。負側においても圧縮に抵抗する梁外面側のコンクリートが剥落したため耐力が徐々に低下した。

4) CASE 4 供試体

軸方向鉄筋に D19、帯鉄筋に D6 を用いて製作した CASE 4 供試体は、予備載荷の結果 $1\delta y$ の載荷変位を 19mm に設定し、 $5\delta y$ (95mm) まで載荷を行った。表-4・6に各載荷における損傷の進展状況を、図-4・8に供試体の最終損傷状況を、図-4・9に載荷方向の荷重-変位関係を示す。

CASE 4 供試体では、CASE 3 供試体の場合と同様に $2\delta y$ 載荷時に柱・梁接合部に斜めひび割れが発生した。そして $3\delta y$ 載荷時にこのひび割れが大きく進展し、梁上面側のコンクリートが剥落、梁軸方向鉄筋の付着が切れたために正側の耐力が大きく低下した。また負側は $2\delta y$ 以降、ひび割れの進展とともに耐力が徐々に減少した。

5) CASE 5 供試体

軸方向鉄筋に D16、帯鉄筋に D6 を用いて製作した CASE 5 供試体の実験結果を示す。本供試体は予備載荷の結果、 $1\delta y$ の載荷変位を 15mm に設定し、 $8\delta y$ (120mm) まで載荷を行った。表-4・7に各載荷における損傷の進展状況を、図-4・10に供試体の最終損傷状況を、図-4・11に載荷方向の荷重-変位関係を示す。

CASE 5 供試体では、CASE 1, 2 供試体の場合と同様に加振する変位の増加とともに梁の付け根部分に損傷が生じたが、柱・梁接合部には若干のひび割れが生じただけで、 $7\delta y$ まで耐力の保持が続き、最

最終的に $8\delta y$ 載荷時に梁外面側のかぶりコンクリートが剥落し、耐力が大きく低下した。また負側の載荷では、 $3\delta y$ 以降徐々に耐力が減少した。これは梁外面側コンクリートに亀裂が生じ、圧縮に対する抵抗が徐々に減少したためと考えられ、 $6\delta y$ でかぶりコンクリートのはく落が始まると耐力が一段と低下した。

6) CASE 6 供試体

軸方向鉄筋に D19、帯鉄筋に D6 を用いて製作した CASE 6 供試体は、予備載荷の結果、 $1\delta y$ の載荷変位を 17mm に設定し、 $9\delta y$ (153mm) まで載荷を行った。表-4・8に各載荷の損傷の進展状況を、図-4・12に供試体の最終損傷状況を、図-4・13に載荷方向の荷重-変位関係を示す。

CASE 6 供試体は、CASE 3 供試体と同様に $2\delta y$ で柱・梁接合部にせん断破壊に伴う斜めひび割れが発生したが、CASE 3 の場合と異なり若干の耐力低下は見られるものの、ひび割れ発生後の急激な耐力低下は見られず、 $6\delta y$ まで耐力が保持され続けた。これは梁の軸方向鉄筋の付着力が確保され続けたため、正側の載荷による引張に対し有効に作用したためと考えられる。そして $7\delta y$ で接合部のかぶりコンクリートが広範囲にわたって剥落したため、耐力が低下した。負側では急激な耐力低下は見られないものの、 $2\delta y$ をピークに徐々に耐力が減少した。これは負側の載荷による圧縮に抵抗する梁外面側コンクリートに発生したひび割れが進展し、圧縮に対する抵抗力が徐々に低下していったためと考えられ、さらに $5\delta y$ で梁外面側のかぶりコンクリートが大きく剥落するのに伴って耐力が低下した。

表-4・3 実験状況 (CASE 1 供試体)

荷重ステップ	損傷状況
予備荷重 5.0mm	梁端部の帯鉄筋位置で、外面および上面にひび割れ発生。外面のひび割れは上下までのびている。
1 δy (6.2mm)	梁端部から2本目の帯鉄筋位置でひび割れ発生。ひび割れは内面および外面で、上面から下面までに至る。
2 δy	梁端部から3本目の帯鉄筋位置でひび割れ発生。内面と外面の角に見られる。柱上端部の内面でひび割れ発生。
3 δy	柱・梁接合部にひび割れ発生。ひび割れは柱軸力荷重用の支圧板の端部から内面接合部に伸びる。 上面の内面側で細かいひび割れが増加する。 外面には上下に伸びるひび割れが2本発生。
4 δy	梁端部外面では帯鉄筋間隔に合わせ曲げひび割れがさらに増える。 梁端部内面ではひび割れが増加する。
5 δy	ひび割れ幅の増加と、ひび割れの進展が見られる。
6 δy	ひび割れ幅の増加と、ひび割れの進展が見られる。 梁端部においては細かいひび割れが増加し、内面ではわずかに表面コンクリートの剥離が見られる。
7 δy	梁端部で細かいひび割れの増加。表面コンクリートの剥離も見られる。
8 δy	梁端部の上面および内面で細かいひび割れがさらに増加。ひび割れの方法は軸方向鉄筋と平行。 内面および外面では表面コンクリートの剥離部分が増加する。
9 δy	梁端部内面で軸方向鉄筋の座屈が生じ、かぶりコンクリートがはらみ出す。上面のコンクリートもはらみ出しが見られる。
10 δy	梁端部内側のかぶりコンクリートの剥落。軸方向鉄筋および帯鉄筋が露出する。 外面もコンクリートの剥落がすすむ。 損傷状況より、梁端部の塑性ヒンジ領域はおおよそ30cmと判断できる。
11 δy	外面でも軸方向鉄筋の露出が一部見られる。 耐力の低下を確認したため、荷重を終了。

表-4・4 実験状況 (CASE 2 供試体)

載荷ステップ	損傷状況
予備載荷 5.0mm	梁端部上面、柱の軸方向鉄筋位置でひび割れが発生。上面のひび割れは内面から外面まで伸びている。
予備載荷 6.2mm	梁端部内面の帯鉄筋位置でひび割れ発生。 外面は柱軸方向鉄筋位置のひび割れが伸びる。
1 δy (6.7mm)	梁部の外面および内面で曲げひび割れが数本発生。
2 δy	梁部の曲げひび割れの増加とひび割れの進展。 柱上端部内面にひび割れ発生。
3 δy	梁部上面のひび割れが伸びる。 内面には新たに曲げひび割れが発生。
4 δy	梁端部外側のひび割れ幅が大きくなる。 表面コンクリートの細かいひび割れの増加。
5 δy	梁部のひび割れ幅の増加と、ひび割れの進展が見られる。 新たに曲げひび割れが発生。
6 δy	ひび割れ幅の増加と、ひび割れの進展が見られる。 梁部の軸方向鉄筋に平行方向のひび割れが進展。 柱部にわずかではあるがひび割れが発生。
7 δy	梁端部で軸方向鉄筋に平行方向のひび割れの進展。 内面でわずかに表面コンクリートの剥離が見られる。
8 δy	梁端部の細かいひび割れがさらに増加。 内面および外面では表面コンクリートの剥離部分が増加する。
9 δy	梁端部内面で軸方向鉄筋の座屈が生じ、かぶりコンクリートのはらみ出しが生じる。下方では軸方向鉄筋および帯鉄筋の露出も生じる。 外面では表面コンクリートの剥離がすすむ。
10 δy	梁端部内面の鉄筋の露出範囲が広がる。 外面ではひび割れ幅が増加し、かぶりコンクリートのはらみ出しが見られる。 損傷状況より、梁部の塑性ヒンジ領域は 30 ~ 40cm と判断できる。
11 δy	梁端部内面で、端部から約 30cm の範囲のかぶりコンクリートが全て剥落。外面の剥離範囲も広がる。 耐力の低下を確認したため、載荷を終了。

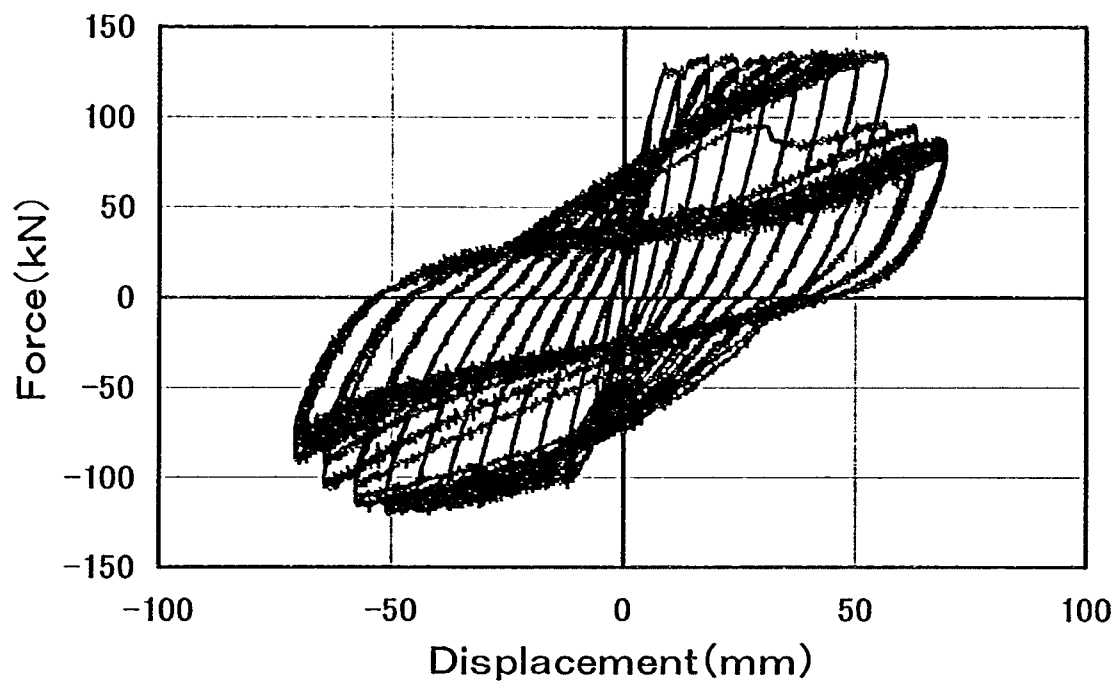


図-4・4 荷重-変位曲線 (CASE 2 供試体)

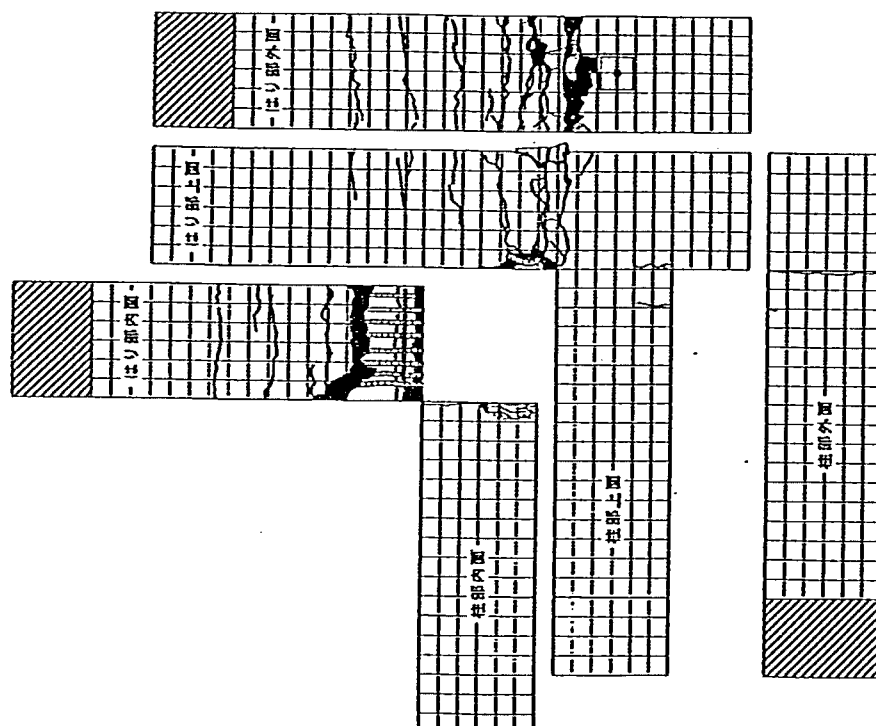


図-4・5 供試体最終変状 (CASE 2 供試体)

表-4・5 実験状況 (CASE 3 供試体)

荷重ステップ	損傷状況
予備荷重 (8mm)	柱上端部の上面側にひびわれがわずかに発生。
予備荷重 (12mm)	梁端部の帯鉄筋位置で、上面に内外面につながるひびわれ発生。
1 δy (15mm)	梁端部から4本目(約450mm)の帯鉄筋位置でひびわれ発生。 予備荷重 12mm で発生したひびわれが枝分かれする。柱上端部にもひびわれが内面側から発生。
2 δy (30mm)	梁部外面では、曲げひびわれが発生。柱部でもわずかにひびわれが発生する。柱・梁接合部は内面側のコーナ一部から45度方向にひびわれが発生。また、それに直交するひびわれも発生する。
3 δy (45mm)	梁部外面には曲げひびわれがさらに増加する。柱部は上端部外面にひび割れが発生した以外には変化はみられない。梁柱接合部の外面には、細かいひびわれが増加し、上面にも荷重方向と平行なひびわれの本数が増加する。
4 δy (60mm)	梁および柱部には著しい損傷進行はみられない。柱・梁接合部には細かいひび割れがさらに増加する。また、荷重中の最大最小変位記録時において、C-1 および C-2 変位計の真下に位置するひびわれのひびわれ幅がかなり大きくなるが、荷重変位量の減少にともない、ひびわれ幅も狭まってゆく。
5 δy (75mm)	柱・梁接合部の損傷進行がさらに進む。荷重中には、まず供試体が閉じられるときに荷重方向と直角に発生するひびわれのひびわれ幅が増加し、変位量が小さくなり供試体が開かれる状況であってもひびわれ幅が残留する。供試体が開かれる状態では荷重を繰り返す度に梁部外面の損傷が進行する。 本荷重で、梁部外面のかぶりコンクリートのはく落が生じた。
6 δy (90mm)	荷重中においては柱・梁接合部のひびわれ幅がさらに大きくなり、残留幅も大きくなってゆく。それにともなう供試体の変状は、梁部外面側へ柱・梁接合部の中心から45度方向に広がる。この範囲では鉄筋が露出するようなかぶりコンクリートのはく落はまだ発生していないが、コンクリートの損傷が激しいため圧縮抵抗力は既に期待できない。
7 δy (105mm)	荷重中に、柱・梁接合部ではかぶりコンクリートが押し上げられる挙動を示す。特にはり部の中心から外面側でその傾向が強い。それにより、かぶりコンクリートのはく離面は増加し、梁部の軸方向鉄筋の露出が確認された。耐力も既に著しく低下しており、損傷形態が変化することも考えられないため、荷重実験を終了した。

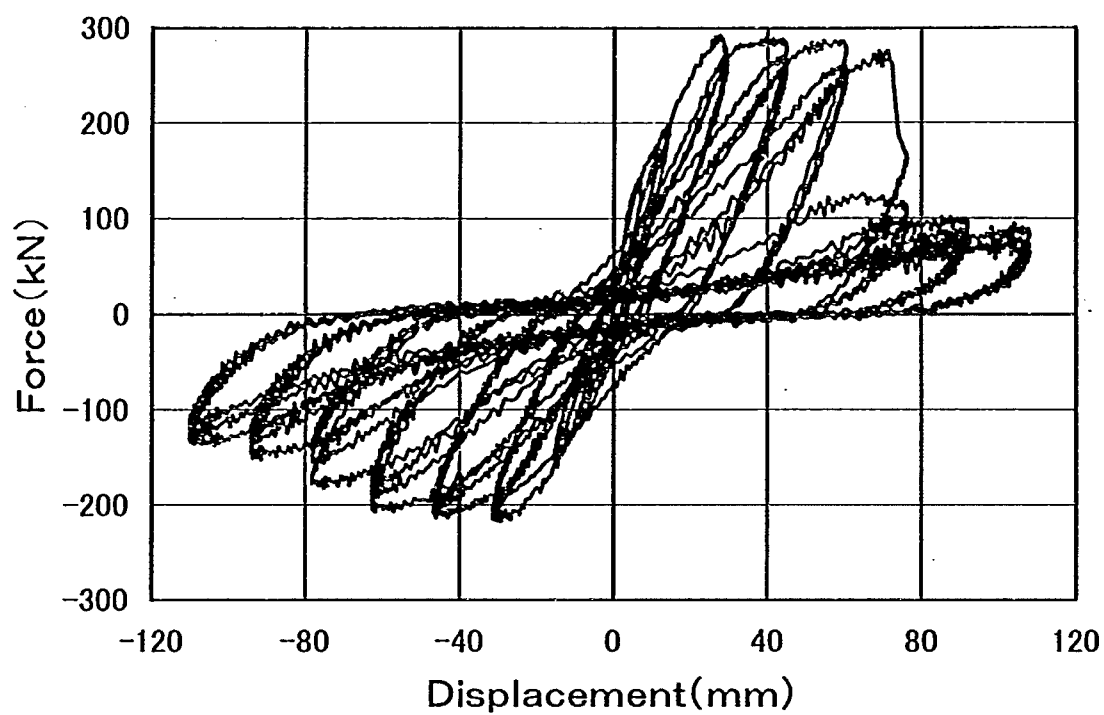


図-4・6 荷重-変位曲線 (CASE 3 供試体)

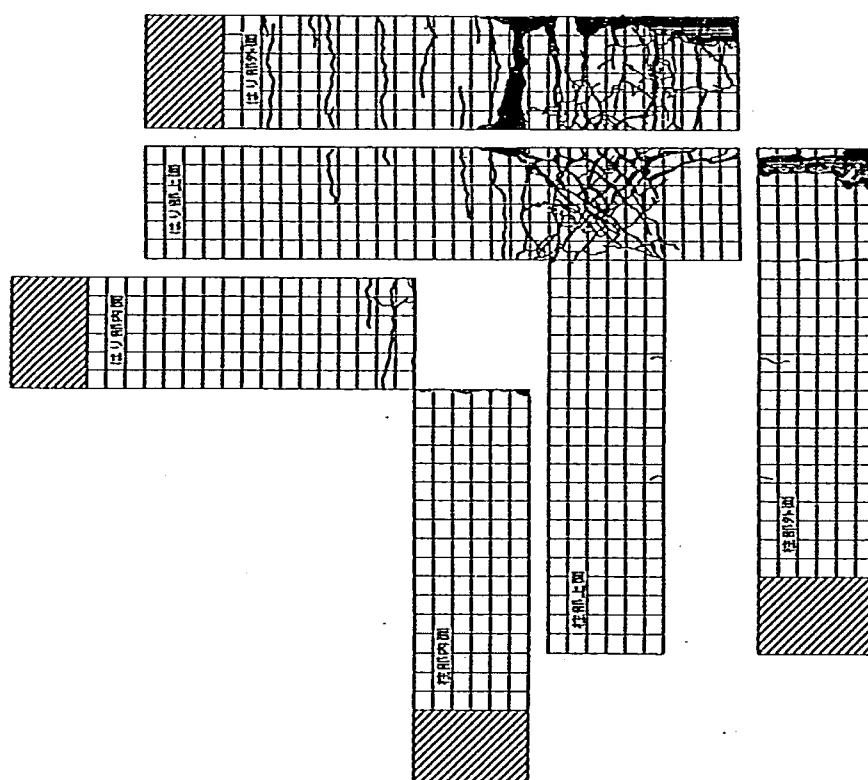


図-4・7 供試体最終変状 (CASE 3 供試体)

表－４・６ 実験状況（CASE 4 供試体）

载荷ステップ	損傷状況
予備载荷 (12mm)	柱上端部の内面、梁端部の外面にひびわれ発生。
予備载荷 (18mm)	梁部外面に曲げひびわれが数本発生する。柱・梁接合部の外面には、配筋と平行でない斜めひびわれが発生。
1 δ_y (19mm)	梁部のひびわれ本数が増加する。梁端部の外面に曲げひびわれが帯鉄筋に沿って発生しており、端部より約 30cm 位置では内面にもひびている。柱部にはわずかにひびわれが発生するが、ほとんど変化がない。
2 δ_y (38mm)	梁および柱部には、载荷によって生じる著しい損傷の変化は認められない。各々の中間部付近に曲げによるひびわれの進行が若干生じる。柱・梁接合部上面には、载荷方向に平行な方向と直交する方向それぞれにひびわれが発生した。ひびわれは、供試体が閉じられる载荷で载荷直角方向に発生し、供試体が開かれる载荷で载荷平行方向に発生した。2 方向のひびわれは柱・梁接合部の中心部で交差し X 字状となっている。
3 δ_y (57mm)	柱・梁接合部の損傷範囲が拡大し、梁部端部付近まで細かいひびわれが増える。張り出し部分にも損傷が生じ、幅の広いひびわれが発生した。柱・梁接合部上面にも細かいひびわれが増加している。外面においてもひびわれが細かく発生しており、耐力の低下の原因になっていることが予想される。
4 δ_y (76mm)	供試体が閉じられるときには、耐力低下の要因と考えられるひびわれが柱・梁接合部に最低 3 本みられる。そのうちの外側に位置するひびわれはひびわれ幅に残留が生じている。供試体が開かれるときにも同様に損傷の大きなひびわれが存在する。この直交するひびわれは、梁部のかぶりコンクリートに沿って延長している。
5 δ_y (95mm)	梁外面にかぶりコンクリートのはく離が生じ軸方向鉄筋の露出が生じる。柱・梁接合部に発生したひびわれは、载荷を終了しても閉じられないものが数本存在しており、载荷中についてもそのひびわれ幅の変化が大きい。耐力も既に大幅な低下をしており、損傷形態が変化することも考えられないため、载荷実験を終了した。

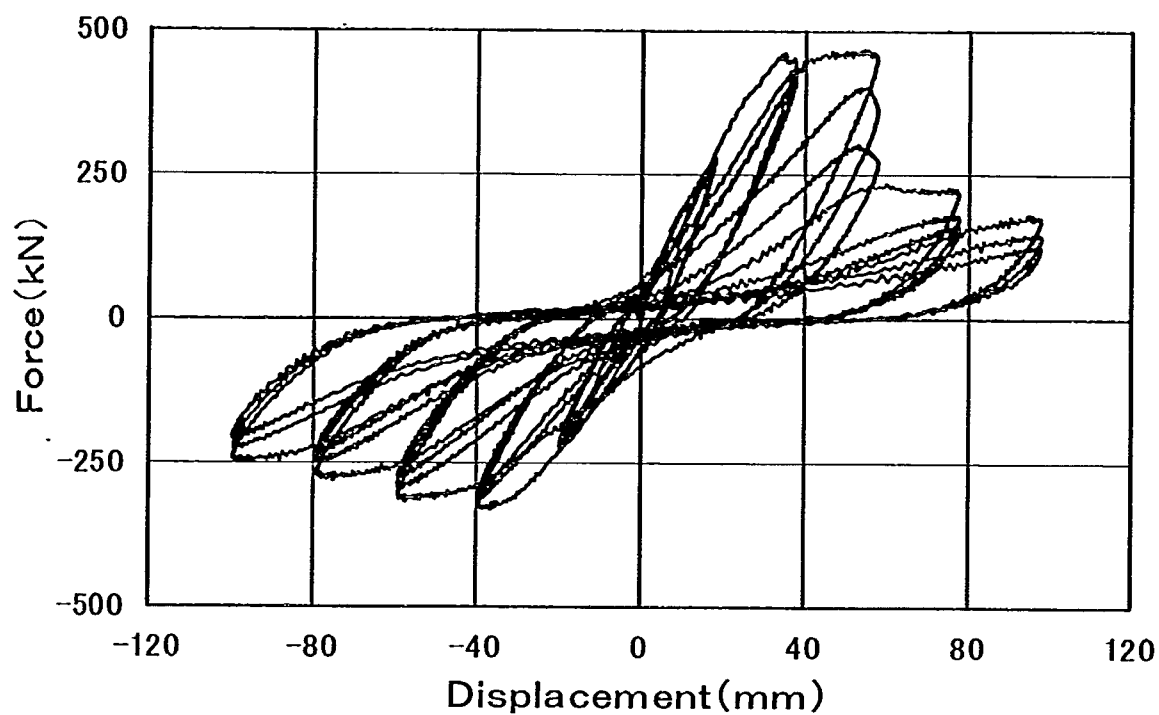


図-4・8 荷重-変位曲線 (CASE 4 供試体)

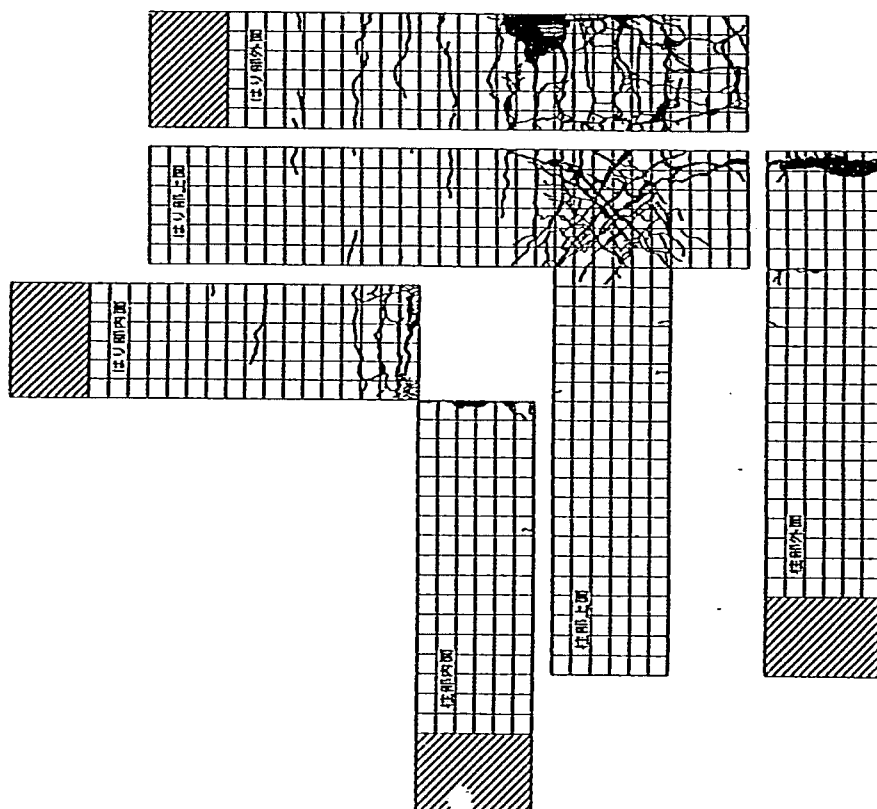


図-4・9 供試体最終変状 (CASE 4 供試体)

表-4・7 実験状況 (CASE 5 供試体)

載荷ステップ	損傷状況
予備載荷 (8mm)	柱上端部の上面側、梁端部の上面側にひび割れが発生。 梁端部から3本目(約300mm)の帯鉄筋位置で、内面側から上面側に伸びるひび割れ発生。
予備載荷 (10mm)	柱上端部内面に200mm程度のひび割れ発生。 柱上端部から6本目(約500mm)の帯鉄筋位置で、内面の上面側のコーナ一部にひび割れ発生。
予備載荷 (13mm)	梁端部のひび割れが外面に伸びる。梁端部から3本目の帯鉄筋位置のひび割れが外面に伸びる。 柱上端部から6本目の帯鉄筋位置のひび割れが上面へわずかに伸びる。
1 δy (15mm)	ひび割れが若干伸びる。 梁端部から6本目(約750mm)の帯鉄筋位置で、内面と上面のコーナ一部にひび割れ発生。
2 δy (30mm)	梁部外面では曲げひび割れが発生。ひび割れは前回載荷のものを含め7本であり、端部から500mmまでに集中している。 柱上端部外側にもひび割れが発生する。 柱・梁接合部は内面側のコーナ一部へ45度方向につながるひび割れが発生。
3 δy (45mm)	梁部外面には曲げひび割れが増加する。 柱部は上端部とそこから帯鉄筋が2本分(約250mm)間隔でひび割れが計3本発生。 柱・梁接合部上面は柱上端部のひび割れから、載荷直角方向へ伸びるひび割れが発生する。外面には細かいひび割れが増加する。
4 δy (60mm)	梁、柱部には著しい損傷進行は見られない。本載荷以降、曲げ破壊型の損傷はほとんど進行せず、柱・梁接合部の損傷が支配的である。 柱・梁接合部は上面で載荷方向、載荷直角方向のひび割れが増加し、菱形にひび割れが発生する。外側の損傷は柱幅の1/2程度まで広がる。
5 δy (75mm)	柱・梁接合部から梁端部にかけての損傷がさらに進行する。柱・梁接合部上面は細かいひび割れがさらに増加する。外面はひび割れ幅が広くなり、表面コンクリートのはく離も見られた。
6 δy (90mm)	柱・梁接合部上面のひび割れはひび割れ幅の増大が見られる。特に、外面側の載荷方向、載荷直角方向のひび割れの幅が広がっている。外面のひび割れ幅も広がり、表面コンクリートのはく離面が広がる。
7 δy (105mm)	柱・梁接合部の上面は中心から外面側のコンクリートの損傷が著しい。コーナ一部のコンクリートははく落していないが、耐力は低下し、圧縮力に抵抗できない。外側はコンクリートがはらみ出しており、損傷箇所も拡大し、鉄筋の露出も生じている。
8 δy (120mm)	柱・梁接合部外側のかぶりコンクリートがはく落し、梁の軸方向鉄筋の露出が広範囲となった。耐力も著しく低下しており、損傷形態が変化することも考えられないため、載荷実験を終了した。

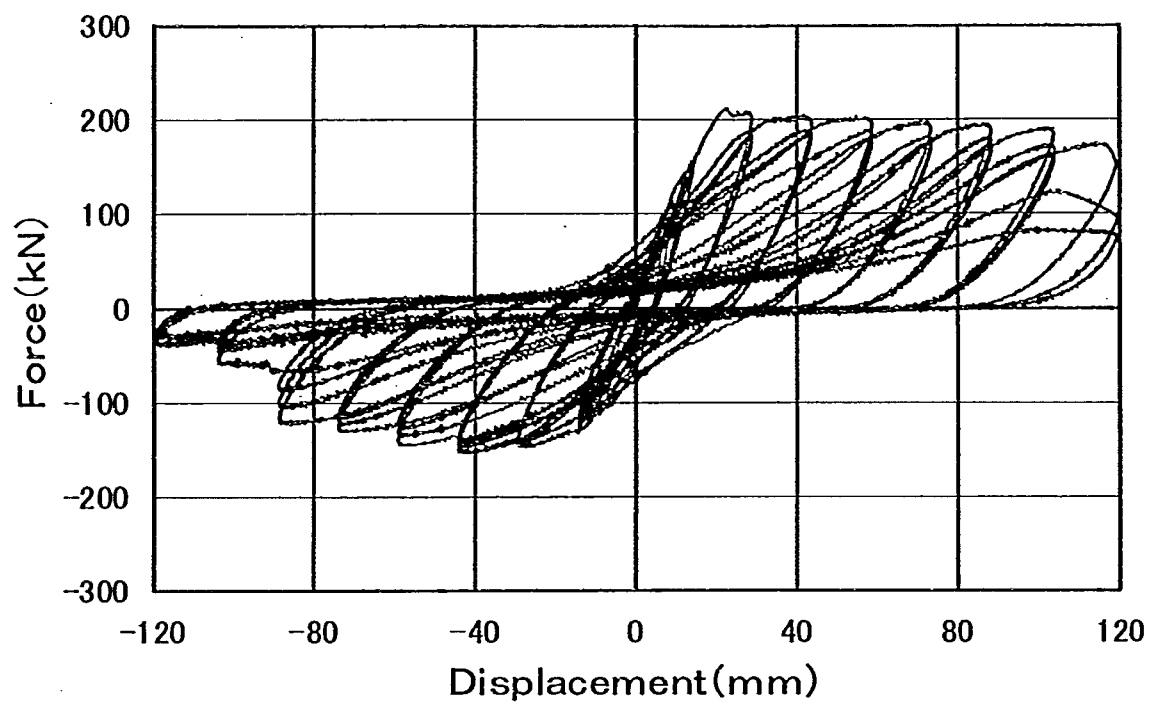


図-4・10 荷重-変位曲線 (CASE 5 供試体)

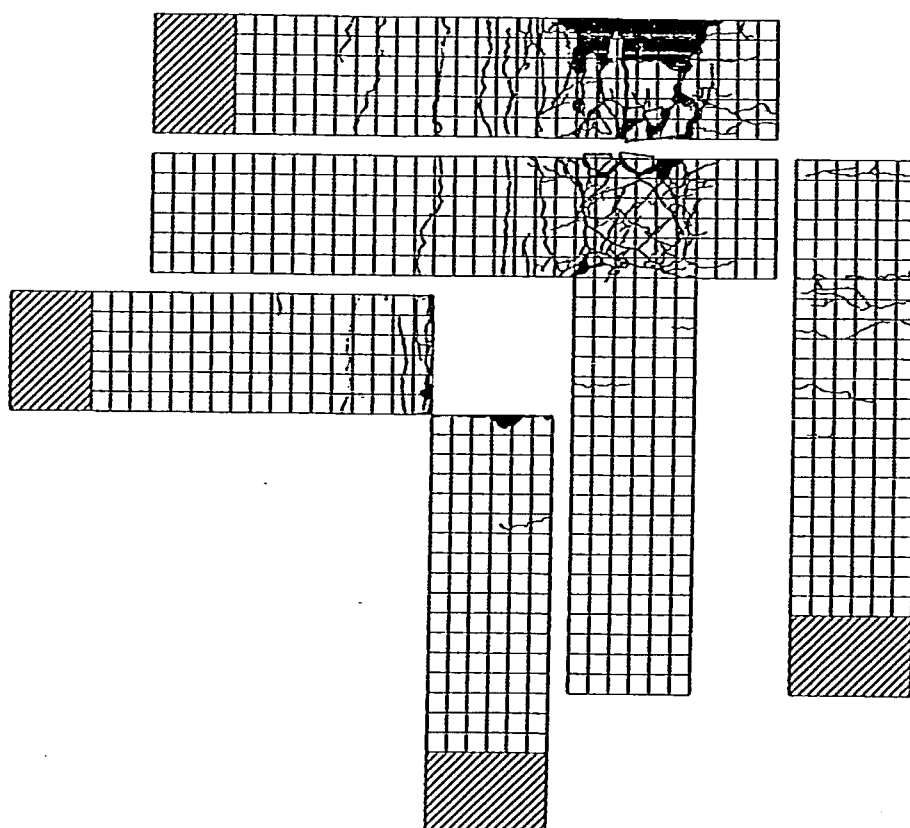


図-4・11 供試体最終変状 (CASE 5 供試体)

表-4・8 実験状況 (CASE 6 供試体)

載荷ステップ	損傷状況
予備載荷 (8mm)	梁端部から3本目(約300mm)の帯鉄筋位置で、内面側から上面側に伸びるひび割れ発生。
予備載荷 (12mm)	柱上端部の上面側、梁端部の上面側にひび割れが発生。 梁部内面の上下コーナ一部に、端部から450,600,750mmの位置にひび割れ発生。 柱上端部内面に上端部から250mmの位置にひび割れ発生。
予備載荷 (15mm)	わずかな損傷の進行。
1 δy (17mm)	柱・梁接合部外側にひび割れが発生。内側も付け根に上下面につながるひび割れ発生。
2 δy (34mm)	梁部外側の付け根から0,100,400,500,700,900,1200mmの位置に曲げひび割れが発生。0mm位置は上面に伸びている。 柱には大きな変化は見られない。 柱・梁接合部上面には載荷方向、載荷直角方向のひび割れが発生。特に載荷平行方向のひび割れは柱・梁接合部のほぼ中央に位置している。
3 δy (51mm)	梁・柱部には著しい損傷進行は見られない。本載荷以降、曲げ破壊型の損傷はほとんど進行せず、柱・梁接合部の損傷が支配的である。 柱・梁接合部上面は、載荷平行方向のひび割れの幅が広がっている。載荷直角方向のひび割れは梁の中心よりも外側に比較的幅の広いものが生じており、この付近では一部でかぶりコンクリートのはらみ出しも生じている。
4 δy (68mm)	柱・梁接合部の外面では、梁付け根付近の帯鉄筋位置のひび割れ幅が広がっており、かぶりコンクリートのはく落が生じている。上面は細かい斜めひび割れが増加している。
5 δy (85mm)	柱・梁接合部外面では表面コンクリートがはく離する。上面は、載荷直角方向のひび割れ幅が最も広い。また、このひび割れは梁端部から軸方向鉄筋に沿うように進行する。
6 δy (102mm)	柱・梁接合部外面では、かぶりコンクリートがはらみ出し、はく落する。下面側でははりの軸方向鉄筋が露出する。上面では、前回載荷の支配的なひび割れの他に幅の広い斜めひび割れが発生している。またそれに直交するひび割れも幅が大きく外面のかぶりコンクリートのはらみ出しが見られる。梁の定着側へのひび割れが発生する。
7 δy (119mm)	柱・梁接合部外面では、かぶりコンクリートがはらみ出し、はく落する。下面側でははりの軸方向鉄筋が露出する。上面では、前回載荷の支配的なひび割れの他に幅の広い斜めひび割れが発生している。またそれに直交するひび割れも幅が大きく外面のかぶりコンクリートのはらみ出しが見られる。梁の定着側へのひび割れが発生する。
8 δy (136mm)	柱・梁接合部外面では、コンクリートのはく落範囲が柱の外面側へと拡大し、下面側では柱幅分の軸方向鉄筋の露出が見られる。上面側では、中央部の損傷が大きく、はらみ出しは大きい。ひび割れは柱部へも伸びている。
9 δy (153mm)	柱・梁接合部外側では、かぶりコンクリートがはらみ出し、柱断面分の全てが浮き上がる。上面では、X字状のひび割れの外面側1/4と中心部分の損傷が大きい。 耐力もすでに著しく低下しており、損傷形態が変化することも考えられないため、載荷実験を終了した。

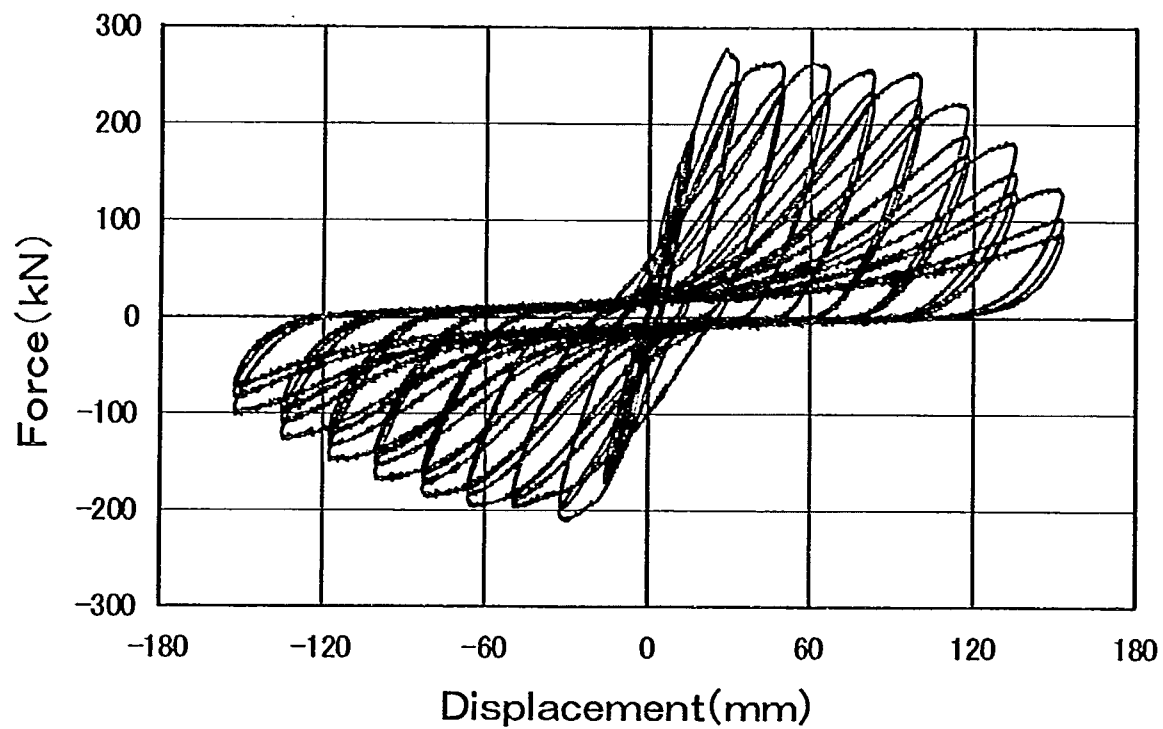


図-4・1・2 荷重-変位曲線 (CASE 6 供試体)

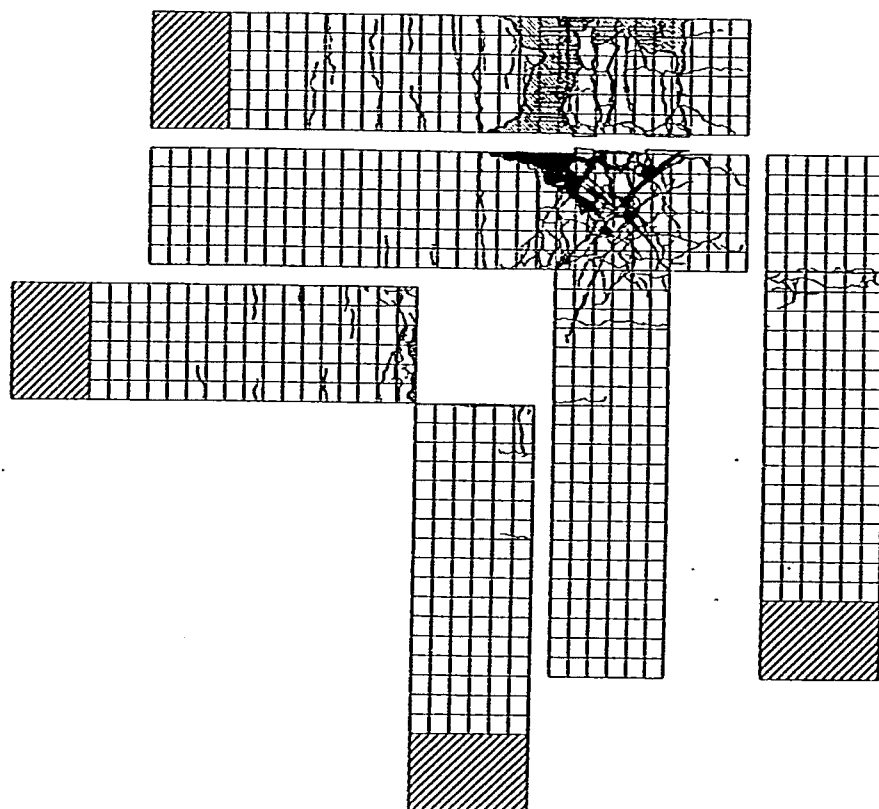


図-4・1・3 供試体最終変状 (CASE 6 供試体)

4. 3 柱・梁接合部の帯鉄筋の挙動

CASE 5, 6 供試体について、柱・梁接合部内の柱および梁の帯鉄筋にひずみゲージを張り付け、帯鉄筋のひずみ量を計測した。載荷ステップ毎のひずみ量を示したのが図-4・14および図-4・15である。これを見ると、CASE6 では柱・梁接合部内の帯鉄筋のうち、供試体上・下面側の帯鉄筋に大きなひずみが生じている。この面は載荷方向に対して平行な面であり、この面の帯鉄筋のひずみが大きいということから、帯鉄筋が柱・梁接合部のせん断破壊に対してせん断補強筋として有効に作用していると考えられる。また実験でもせん断破壊的な損傷が発生しているにもかかわらず急激な耐力低下は見られなかったことから、この部分の帯鉄筋が有効に作用していることが確認できる。

これに対し、柱・梁接合部のせん断ひび割れが顕著でなかったCASE 5では、CASE 6と異なり、ひずみが全体的に小さくなっており、実験で生じた破壊形態に対応していることがわかる。

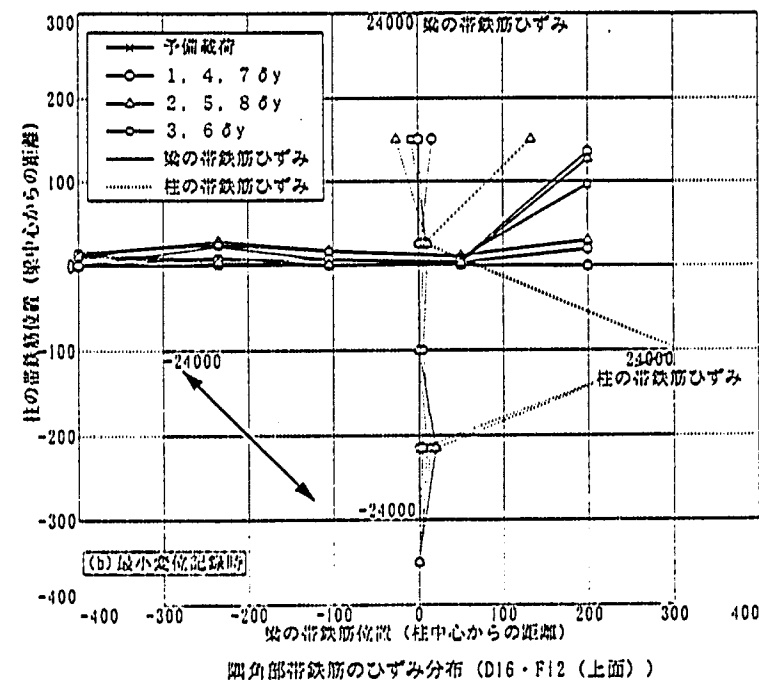
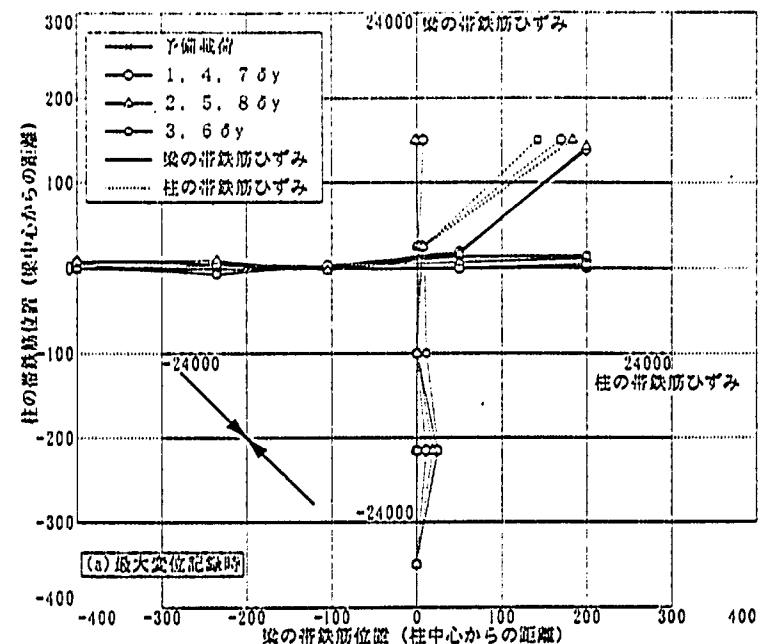
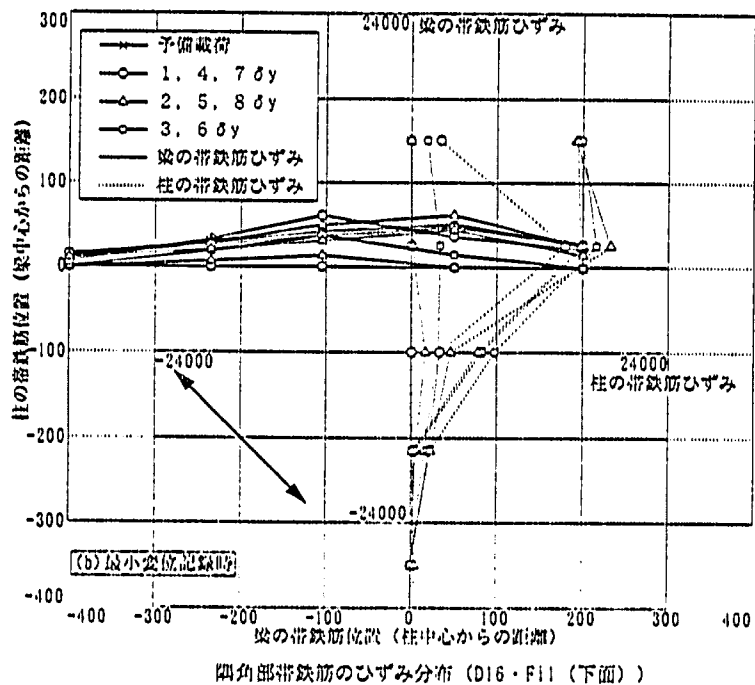
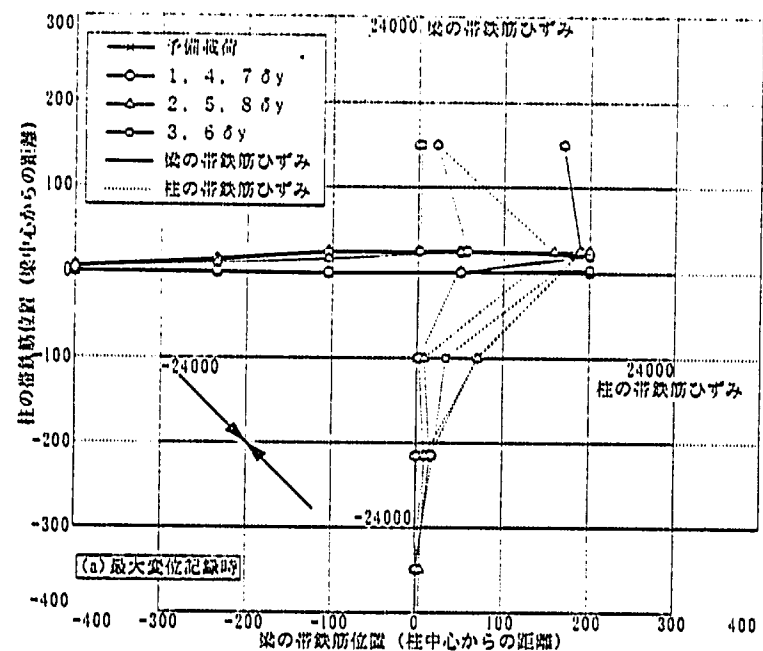
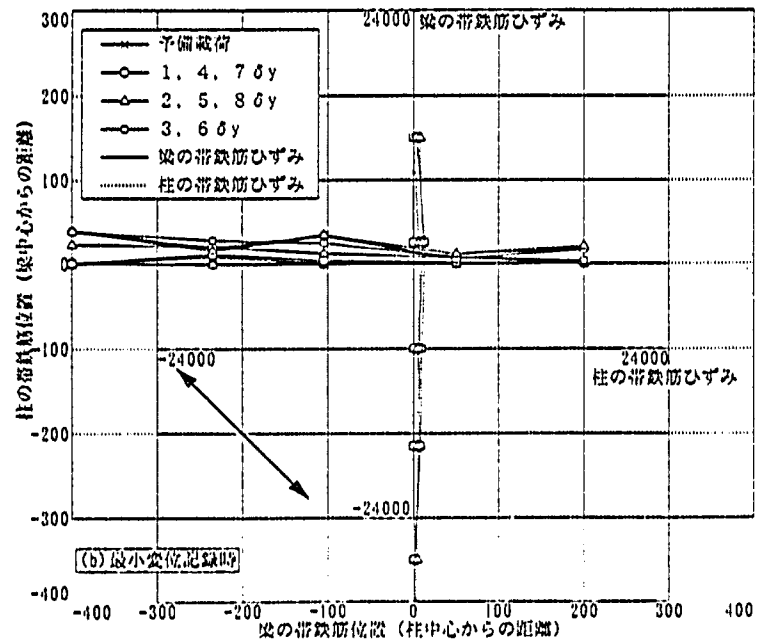
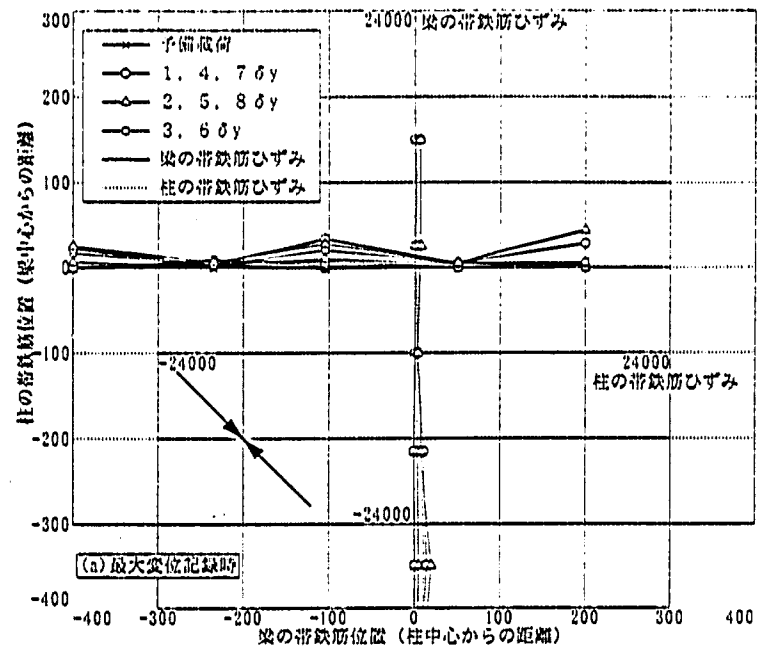
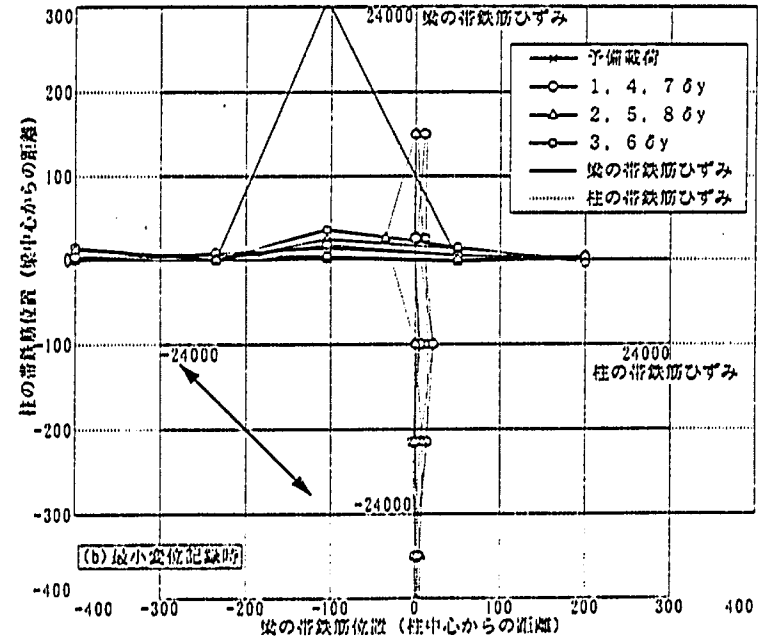
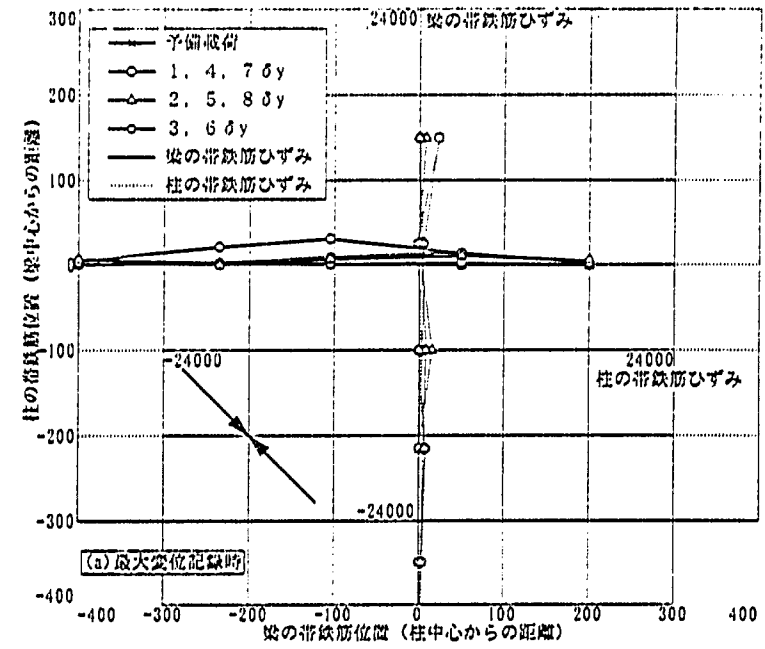


図-4・14 (1) 帯鉄筋ひずみの分布 (CASE 5)

(距離:mm、ひずみ:μ)



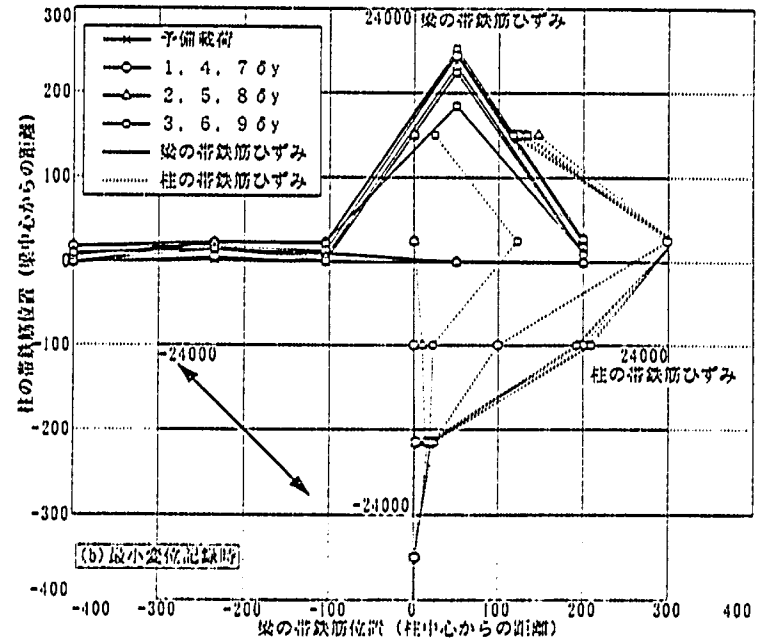
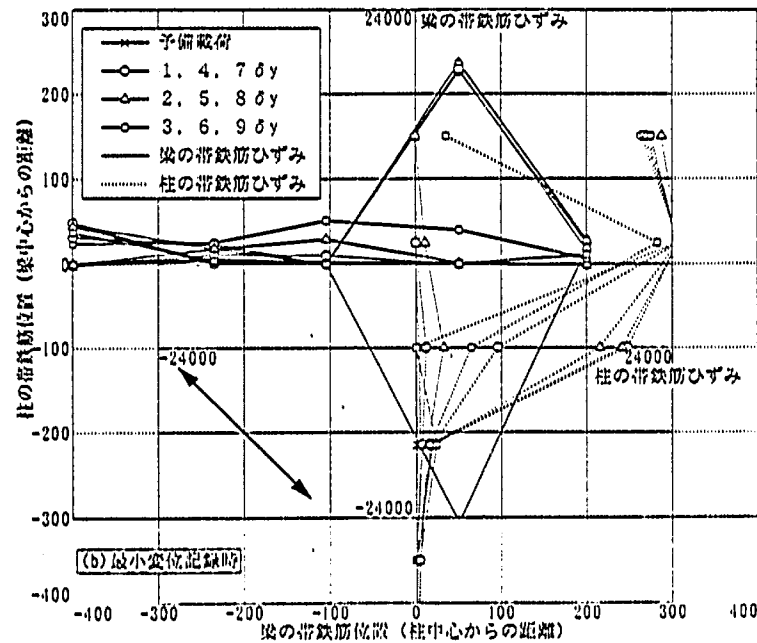
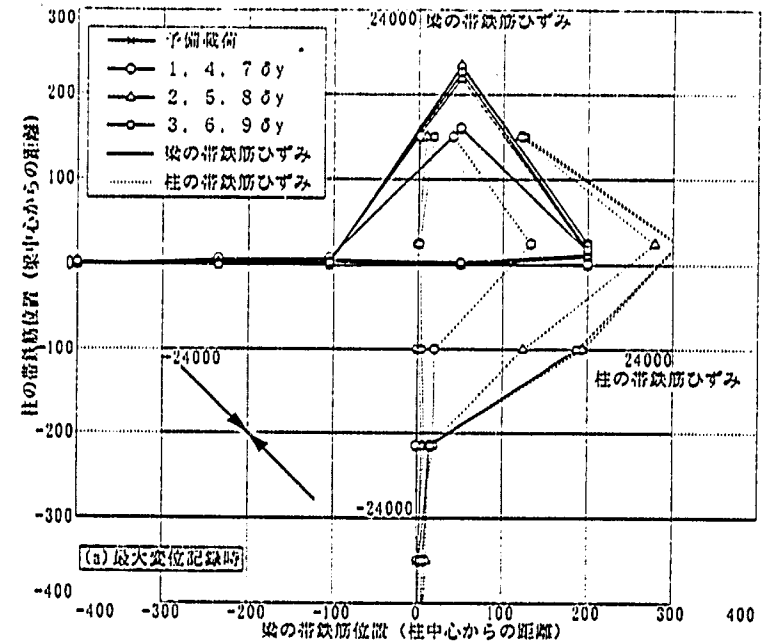
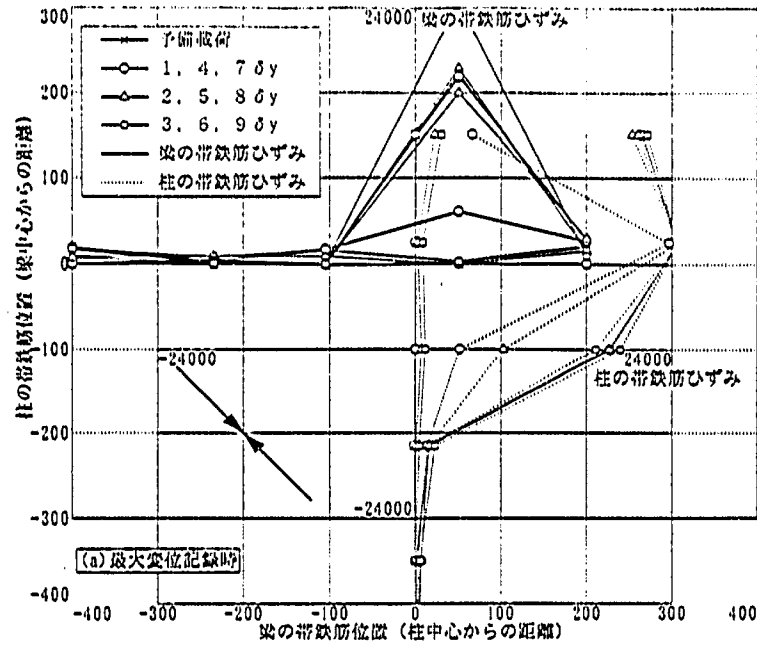
隅角部帯鉄筋のひずみ分布 (D16・F13 (外面))



隅角部帯鉄筋のひずみ分布 (D16・F14 (内面))

図-4・14 (2) 帯鉄筋ひずみの分布 (CASE 5)

(距離:mm、ひずみ: μ)



隅角部帯鉄筋のひずみ分布 (D19・F11 (下面))

隅角部帯鉄筋のひずみ分布 (D19・F12 (上面))

図-4・15 (1) 帯鉄筋ひずみの分布 (CASE 6)

(距離:mm、ひずみ:μ)

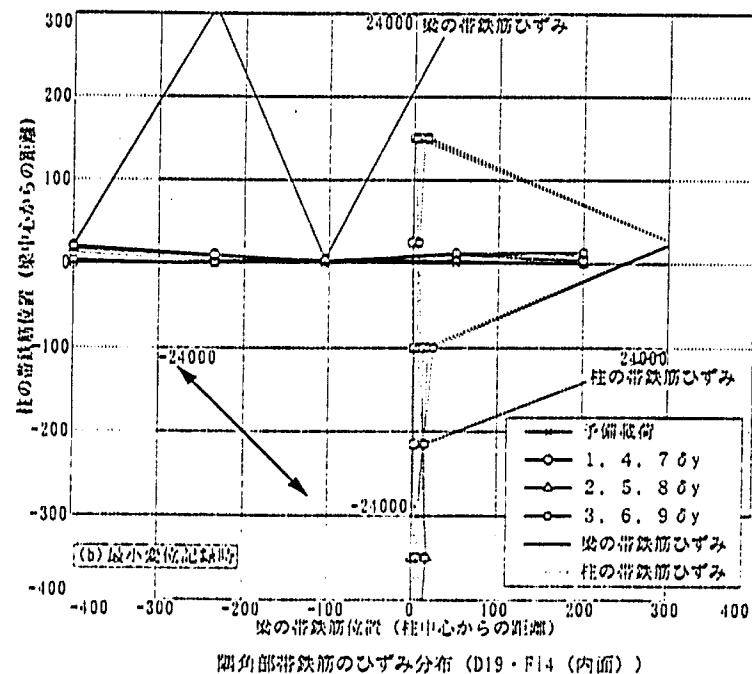
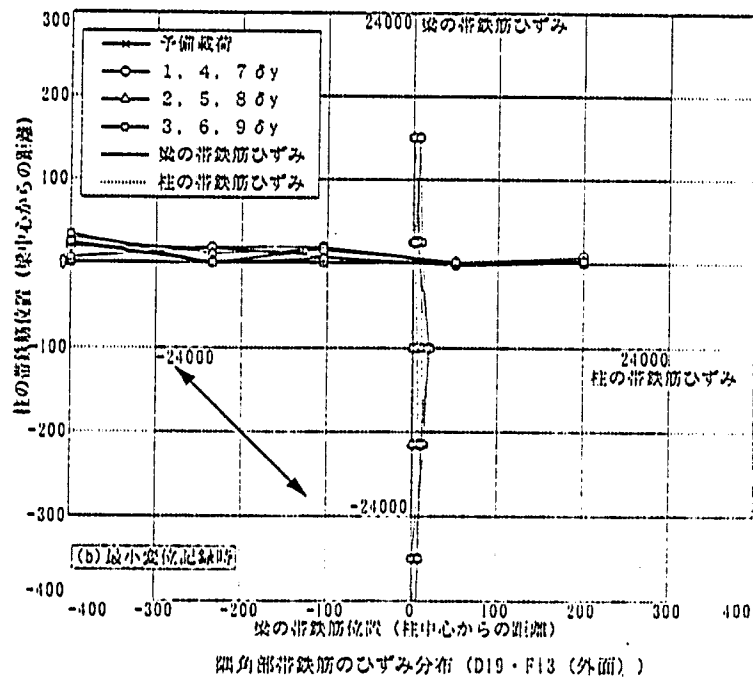
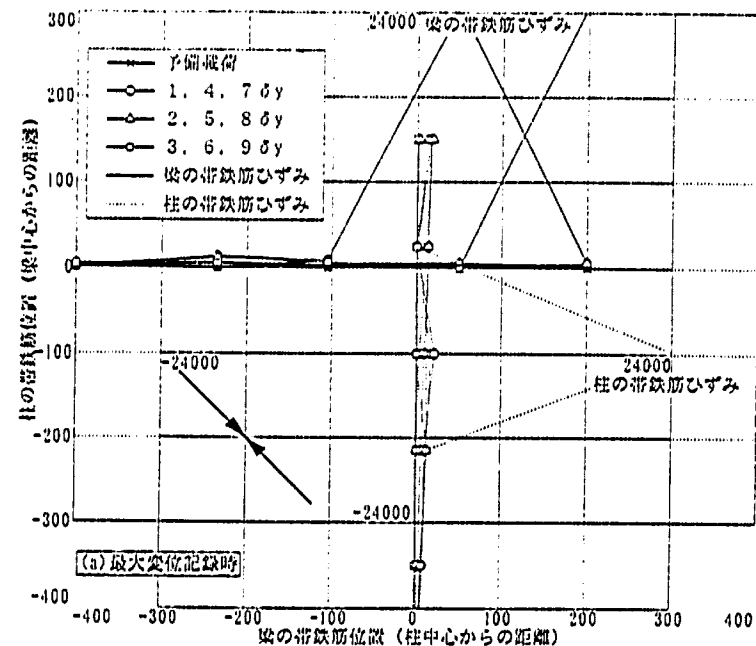
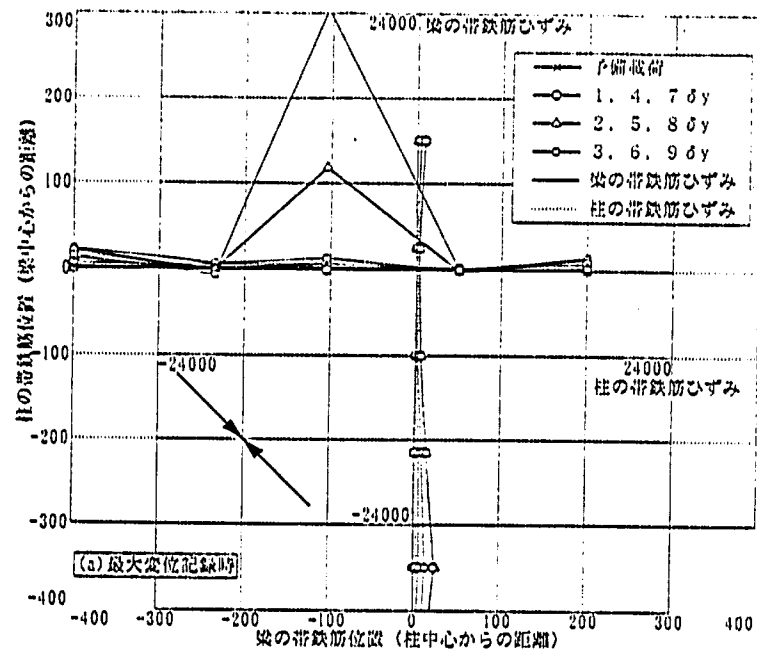


図-4・15 (2) 帯鉄筋ひずみの分布 (CASE 6)

(距離:mm、ひずみ:μ)

5. 実験結果の解析

5.1 荷重－変位関係の解析

CASE 3～6 供試体を対象に、荷重－変位関係を解析し、実験結果と比較した。解析では、損傷が主として梁の付け根部に生じていることから、柱・梁接合部を、実験供試体の諸元を有する梁1本の部材としてモデル化し、梁部材の荷重－変位の関係を解析した。

柱・梁接合部は、正負の载荷により軸力が変化する。実験結果の水平荷重からさんていした軸力の値を表－5・1～5・4に示す。それぞれの軸力を用いて梁の荷重－変位関係を算定した結果を表－5・5～5・8に示す。軸力は、各供試体ともに、供試体が閉じられる方向に载荷した場合（正側载荷）には圧縮力が、開かれる方向に裁可した場合（負側载荷）には引張力が作用することになる。

解析は、道路橋示方書Ⅴ耐震設計編に従い、耐力と変形性能を算定した。なお、コンクリートの終局ひずみの定義位置としては、主として耐力を実験値と比較することを想定し、圧縮コンクリートの最外縁で仮定した。梁1本の解析結果は、実験結果と比較するために、载荷方向の荷重－変位関係になるように換算した。

図－5・1は、CASE 3～6 供試体に対して、以上のようにして算定した最大荷重時の荷重－変位関係を実験結果と比較して示したものである。いずれの供試体に対しても、解析結果は概ね耐力、変形性能を再現できていると考えられる。

表-5・1 部材方向に着目した変位・荷重・軸力 (CASE 3)

(a) 正側載荷 (閉じる方向)

載荷ステップ	載荷方向		部材方向		
	最大変位 (mm)	(荷重) (kN)	水平変位 (mm)	水平荷重 (kN)	軸力 (kN)
1 $\delta y(15\text{mm})$	14.3	196	10.1	139	139
2 $\delta y(30\text{mm})$	29.4	272	20.8	193	193
3 $\delta y(45\text{mm})$	45.0	281	31.8	199	199
4 $\delta y(60\text{mm})$	60.5	274	42.8	194	194
5 $\delta y(75\text{mm})$	76.3	163	54.0	115	115
6 $\delta y(90\text{mm})$	92.0	95	65.1	67	67
7 $\delta y(105\text{mm})$	108.0	87	76.4	61	61

(b) 負側載荷 (開く方向)

載荷ステップ	載荷方向		部材方向		
	最小変位 (mm)	(荷重) (kN)	水平変位 (mm)	水平荷重 (kN)	軸力 (kN)
1 $\delta y(15\text{mm})$	-15.3	-153	-10.8	-108	-108
2 $\delta y(30\text{mm})$	-31.4	-211	-22.2	-149	-149
3 $\delta y(45\text{mm})$	-47.0	-206	-33.2	-146	-146
4 $\delta y(60\text{mm})$	-62.9	-200	-44.5	-142	-142
5 $\delta y(75\text{mm})$	-78.3	-174	-55.4	-123	-123
6 $\delta y(90\text{mm})$	-94.1	-143	-66.5	-101	-101
7 $\delta y(105\text{mm})$	-110.2	-132	-78.0	-93	-93

表-5・2 部材方向に着目した変位・荷重・軸力 (CASE 4)

(a) 正側載荷 (閉じる方向)

載荷ステップ	載荷方向		部材方向		
	最大変位 (mm)	(荷重) (kN)	水平変位 (mm)	水平荷重 (kN)	軸力 (kN)
1 $\delta y(19\text{mm})$	18.4	278	13.0	197	197
2 $\delta y(38\text{mm})$	37.7	444	26.7	314	314
3 $\delta y(57\text{mm})$	57.5	451	40.6	319	319
4 $\delta y(76\text{mm})$	77.6	216	54.9	153	153
5 $\delta y(95\text{mm})$	98.1	169	69.4	120	120

(b) 負側載荷 (開く方向)

載荷ステップ	載荷方向		部材方向		
	最小変位 (mm)	(荷重) (kN)	水平変位 (mm)	水平荷重 (kN)	軸力 (kN)
1 $\delta y(19\text{mm})$	-19.7	-223	-13.9	-158	-158
2 $\delta y(38\text{mm})$	-39.3	-326	-27.8	-230	-230
3 $\delta y(57\text{mm})$	-59.2	-305	-41.9	-216	-216
4 $\delta y(76\text{mm})$	-79.1	-269	-55.9	-190	-190
5 $\delta y(95\text{mm})$	-99.5	-240	-70.3	-170	-170

表－５・３ 部材方向に着目した変位・荷重・軸力（CASE 5）

(a)正側載荷(閉じる方向)

載荷ステップ	載荷方向		部材方向		
	最大変位 (mm)	(荷重) (kN)	水平変位 (mm)	水平荷重 (kN)	軸力 (kN)
1 $\delta y(15\text{mm})$	14.5	158	10.3	112	112
2 $\delta y(30\text{mm})$	28.9	201	20.4	142	142
3 $\delta y(45\text{mm})$	43.8	195	30.9	138	138
4 $\delta y(60\text{mm})$	58.8	196	41.5	139	139
5 $\delta y(75\text{mm})$	73.4	187	51.9	132	132
6 $\delta y(90\text{mm})$	88.5	186	62.6	132	132
7 $\delta y(105\text{mm})$	104.0	185	73.5	131	131
8 $\delta y(120\text{mm})$	119.4	148	84.4	104	104

(b)負側載荷(開く方向)

載荷ステップ	載荷方向		部材方向		
	最小変位 (mm)	(荷重) (kN)	水平変位 (mm)	水平荷重 (kN)	軸力 (kN)
1 $\delta y(15\text{mm})$	-14.2	-120	-10.0	-85	-85
2 $\delta y(30\text{mm})$	-29.4	-142	-20.8	-100	-100
3 $\delta y(45\text{mm})$	-44.3	-148	-31.3	-104	-104
4 $\delta y(60\text{mm})$	-59.2	-143	-41.9	-101	-101
5 $\delta y(75\text{mm})$	-73.9	-122	-52.3	-87	-87
6 $\delta y(90\text{mm})$	-88.7	-128	-62.7	-90	-90
7 $\delta y(105\text{mm})$	-104.2	-56	-73.7	-40	-40
8 $\delta y(120\text{mm})$	-119.3	-38	-84.4	-27	-27

表－５・４ 部材方向に着目した変位・荷重・軸力（CASE 6）

(a)正側載荷(閉じる方向)

載荷ステップ	載荷方向		部材方向		
	最大変位 (mm)	(荷重) (kN)	水平変位 (mm)	水平荷重 (kN)	軸力 (kN)
1 $\delta y(17\text{mm})$	15.9	193	11.2	137	137
2 $\delta y(34\text{mm})$	32.3	257	22.8	181	181
3 $\delta y(51\text{mm})$	49.4	252	34.9	178	178
4 $\delta y(68\text{mm})$	66.4	255	47.0	180	180
5 $\delta y(85\text{mm})$	83.4	253	59.0	179	179
6 $\delta y(102\text{mm})$	100.6	244	71.1	173	173
7 $\delta y(119\text{mm})$	118.0	212	83.4	150	150
8 $\delta y(136\text{mm})$	135.5	175	95.8	124	124
9 $\delta y(153\text{mm})$	152.7	126	108.0	89	89

(b)負側載荷(開く方向)

載荷ステップ	載荷方向		部材方向		
	最小変位 (mm)	(荷重) (kN)	水平変位 (mm)	水平荷重 (kN)	軸力 (kN)
1 $\delta y(17\text{mm})$	-16.0	-173	-11.3	-122	-122
2 $\delta y(34\text{mm})$	-32.5	-197	-23.0	-139	-139
3 $\delta y(51\text{mm})$	-49.8	-186	-35.2	-131	-131
4 $\delta y(68\text{mm})$	-66.6	-192	-47.1	-136	-136
5 $\delta y(85\text{mm})$	-83.4	-176	-59.0	-124	-124
6 $\delta y(102\text{mm})$	-101.0	-160	-71.4	-113	-113
7 $\delta y(119\text{mm})$	-118.2	-145	-83.6	-103	-103
8 $\delta y(136\text{mm})$	-135.5	-129	-95.8	-91	-91
9 $\delta y(153\text{mm})$	-153.1	-96	-108.2	-68	-68

表-5・5 荷重変位関係 (CASE 3)

載荷		1 δ_y	2 δ_y	3 δ_y	4 δ_y	5 δ_y	6 δ_y	7 δ_y
軸力	N (kN)	139	193	199	194	115	67	61
降伏時	P_{yo} (kN)	155.0	159.5	160.0	159.6	153.0	149.0	148.5
降伏時	δ_y (mm)	10.17	10.24	10.24	10.24	10.14	10.09	10.09
終局時	P_u (kN)	176.8	181.7	182.3	181.8	174.6	170.2	169.6
終局時	δ_u (mm)	45.54	44.70	44.59	44.67	45.92	46.70	46.81
軸力	N (kN)	-108	-149	-146	-142	-123	-101	-93
降伏時	P_{yo} (kN)	133.9	130.3	130.6	130.9	132.5	134.5	135.2
降伏時	δ_y (mm)	9.91	9.88	9.88	9.89	9.90	9.92	9.93
終局時	P_u (kN)	153.9	150.2	150.5	150.9	152.6	154.6	155.3
終局時	δ_u (mm)	49.71	50.44	50.36	50.31	49.98	49.59	49.45

表-5・6 荷重変位関係 (CASE 4)

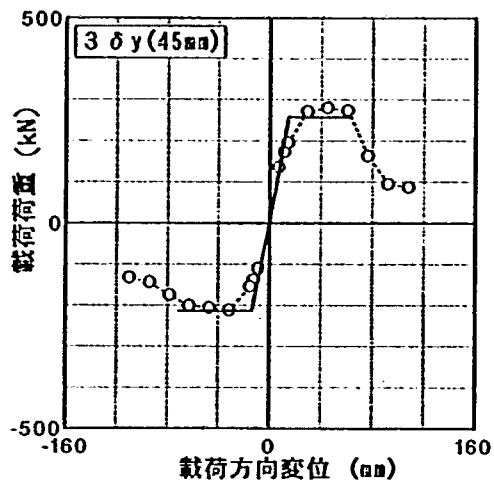
載荷		1 δ_y	2 δ_y	3 δ_y	4 δ_y	5 δ_y
軸力	N (kN)	197	314	319	153	120
降伏時	P_{yo} (kN)	275.6	284.8	285.2	272.2	269.5
降伏時	δ_y (mm)	12.42	12.57	12.59	12.36	12.32
終局時	P_u (kN)	313.8	324.4	324.8	309.9	306.9
終局時	δ_u (mm)	46.74	45.59	45.54	47.17	47.50
軸力	N (kN)	-158	-230	-216	-190	-170
降伏時	P_{yo} (kN)	247.3	241.4	242.5	244.6	246.3
降伏時	δ_y (mm)	11.96	11.88	11.89	11.92	11.95
終局時	P_u (kN)	281.7	275.1	276.4	278.7	280.6
終局時	δ_u (mm)	50.35	51.12	50.96	50.69	50.49

表-5・7 荷重変位関係 (CASE 5)

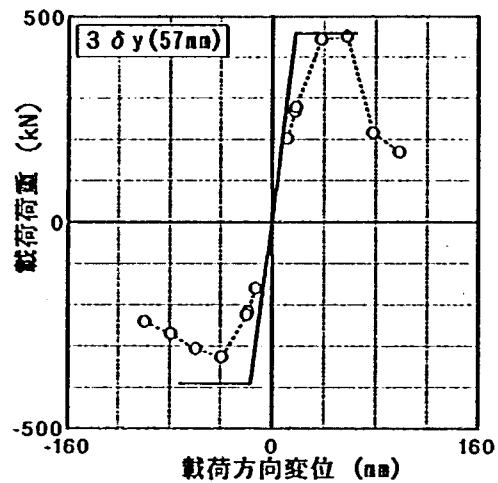
載荷		1 δ_y	2 δ_y	3 δ_y	4 δ_y	5 δ_y	6 δ_y	7 δ_y	8 δ_y
軸力	N (kN)	112	142	138	139	132	132	131	104
降伏時	P_{yo} (kN)	109.6	112.2	111.9	111.9	111.4	111.3	111.3	109.0
降伏時	δ_y (mm)	9.25	9.29	9.28	9.28	9.27	9.28	9.28	9.24
終局時	P_u (kN)	125.8	128.6	128.2	128.3	127.7	127.7	127.6	125.1
	δ_u (mm)	53.30	52.59	52.69	52.67	52.82	52.84	52.85	53.48
軸力	N (kN)	-85	-100	-104	-101	-87	-90	-40	-27
降伏時	P_{yo} (kN)	92.3	90.9	90.8	90.9	92.2	91.8	96.3	97.5
降伏時	δ_y (mm)	9.04	9.03	9.03	9.03	9.04	9.04	9.08	9.09
終局時	P_u (kN)	107.5	106.1	105.9	106.0	107.3	107.0	111.7	112.9
終局時	δ_u (mm)	58.14	58.55	58.60	58.56	58.19	58.29	56.99	56.66

表-5・8 荷重変位関係 (CASE 6)

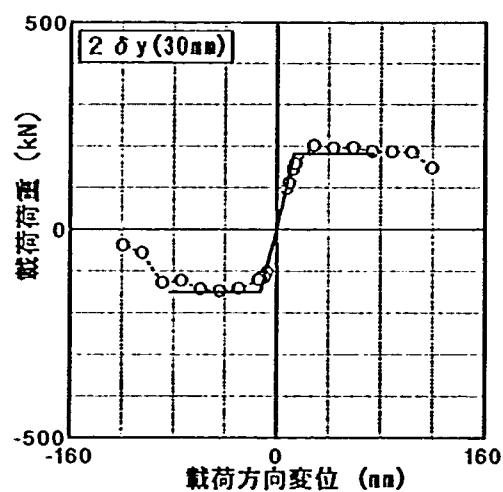
載荷		1 δ_y	2 δ_y	3 δ_y	4 δ_y	5 δ_y	6 δ_y	7 δ_y	8 δ_y	9 δ_y
軸力	N (kN)	137	181	178	180	179	173	150	124	89
降伏時	P_{yo} (kN)	155.2	158.9	158.7	158.8	158.8	158.2	156.3	154.2	151.3
降伏時	δ_y (mm)	10.52	10.57	10.57	10.57	10.57	10.56	10.52	10.50	10.44
終局時	P_u (kN)	176.9	181.0	180.6	180.8	180.7	180.2	178.0	175.7	172.5
終局時	δ_u (mm)	48.18	47.43	47.49	47.46	47.47	47.58	47.96	48.39	48.97
軸力	N (kN)	-122	-139	-131	-136	-124	-113	-103	-91	-68
降伏時	P_{yo} (kN)	133.4	131.9	132.6	132.2	133.2	134.1	135.0	136.1	138.0
降伏時	δ_y (mm)	10.19	10.18	10.18	10.17	10.19	10.20	10.22	10.22	10.26
終局時	P_u (kN)	153.1	151.5	152.2	151.8	152.9	153.9	154.9	155.9	158.1
終局時	δ_u (mm)	52.68	53.00	52.85	52.93	52.73	52.52	52.34	52.11	51.71



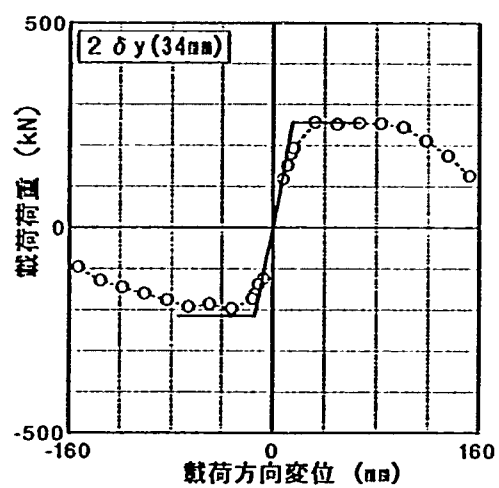
(1) CASE 3 供試体



(2) CASE 4 供試体



(3) CASE 5 供試体



(4) CASE 6 供試体

図-5・1 載荷方向の荷重-変位関係の実験結果と計算結果の比較

5.2 柱・梁接合部に対する剛域評価方法の検討

5.2.1 解析方法

柱・梁接合部を対象に、ここに損傷を生じさせないようにすることにより剛域として評価する場合の評価方法について検討を行った。解析は、①日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説による方法、②柱・梁接合部に生じる引張主応力度による方法、により行った。

上記2つの解析方法の概要を以下に示す。

1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説による方法

鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説7章「柱梁接合部」によると、梁柱節点部のせん断力 V_{jh} は、図-5・2に示すような、梁および柱が終局曲げモーメント M_u に達したときの力のつり合いから次式により求められる。

$$V_{jh} = T_r + C_l \quad (5.1)$$

本供試体では $C_l = 0$ であるので、

$$V_{jh} = T_r = M_u / h_b \quad (5.2)$$

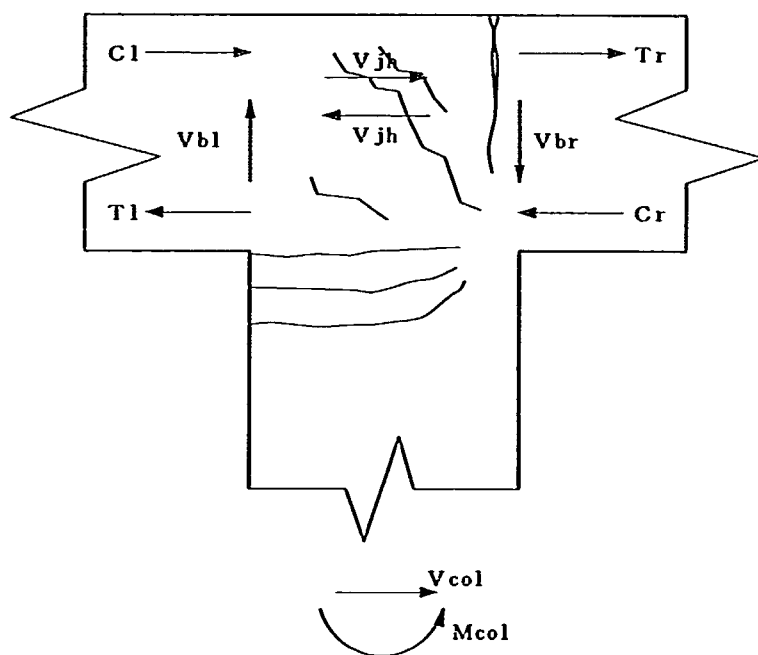


図-5・2 梁柱節点部の力のつり合い

同指針で、梁柱節点部のせん断強度に関しては、梁と柱の圧縮領域を結ぶ対角線上の斜めコンクリート圧縮束を介しての力の伝達を期待しており、節点部の強度の増大とは考えずに節点部の剛性を確保することを期待し、横補強筋の最小鉄筋量を規定している。

なお、本解析では横補強筋として梁の側面鉄筋と柱の帯鉄筋を考慮する。節点部のせん断耐力 V_{ju} は下式により算出される。

$$V_{ju} = k \cdot \sigma_{ck} \cdot b_j \cdot h_c \quad (5.3)$$

ここに、 k : T型の節点部では0.18

σ_{ck} : コンクリートの圧縮強度

b_j : 節点部の奥行長さ

h_c : 柱の断面高さ

横補強筋の鉄筋比 P_{jh} は0.002以上かつ下式を満足するものとする。

$$P_{jh} \geq 0.003 \cdot V_{jh} / V_{ju} \quad (5.4)$$

2) 節点部に生じる引張主応力度とコンクリートの引張強度を比較する方法

T型の節点部の力のつり合いは図-5・2と同じように考える。ここで、節点部の水平方向のせん断力 V_{jh} は①の手法で $V_{jh} = M_u / h_b$ として算出できる。したがって、せん断応力度 v_j は、

$$v_j = V_{jh} / (b_j \times h_c) \quad (5.5)$$

となる。ここに、 b_j は節点部の奥行長さ、 h_c は柱の断面高さである。また、節点部の鉛直方向の応力度 f_v は、

$$f_v = P_{axial} / (b_j \times h_c) \quad (5.6)$$

として求められる。ここに、 P_{axial} は柱に作用する軸圧縮力である。

したがって、節点部における引張主応力度 P_t は図-5・3に示すモールの円による解法により下式によって算出される。

$$P_t = \frac{f_v}{2} + \sqrt{\left(\frac{f_v}{2}\right)^2 + v_j^2} \quad (5.7)$$

この引張主応力度 P_t が、コンクリートの引張強度より小さければコンクリートにひび割れは生じず、節点部が剛域として挙動することを期待できることになる。

ここでの引張強度は、コンクリート標準示方書設計編（H8年制定）より引用し、下式によった。

$$f_{tk} = 0.23 f_{ck}^{2/3} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (5.8)$$

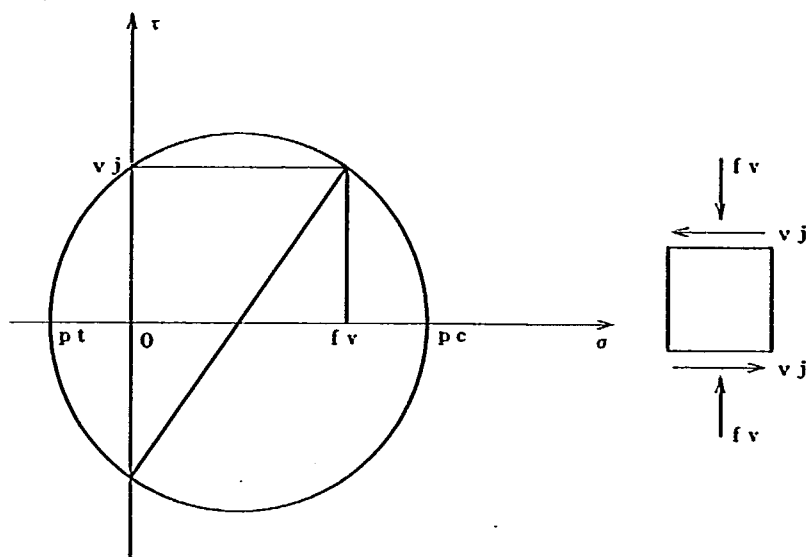


図-5・3 モールの応力円

5. 2. 2 解析結果

①日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説による方法

解析結果を表－5・9に示す。柱・梁接合部のせん断耐力は、コンクリートの強度によって供試体間で約200kN程度の差が生じるが、算出したせん断力に対しては十分な耐力を有する結果となり、柱・梁接合部のせん断破壊は生じない結果となる。しかし、CASE 3, 4, 6 供試体についてはせん断破壊型の損傷が確認された。解析によると、接合部のせん断耐力と接合部に生じるせん断力の比 V_{jh}/V_{ju} が概ね0.5を境にして、0.5以下だと損傷無し、0.5以上だと著しい損傷が発生していると考えられる。

柱・梁接合部の剛性を確保することを期待する横補強筋については、柱の帯鉄筋のみを考慮した場合には、規定されている最小横補強筋量を満足しない結果となった。しかし、梁には側面にも軸方向鉄筋が配置されており、この側面鉄筋が柱の帯鉄筋と同様に横補強に機能していると考えられる。従って、柱の帯鉄筋と梁の側面鉄筋を考慮することにした場合には最小横補強筋量の条件を満足することができる。

②柱・梁接合部に生じる引張主応力度とコンクリートの引張強度を比較する方法

解析結果を表－5・10に示す。モールの円による引張主応力度の算出に用いるせん断応力度は、CASE 1, 2 で 1.4N/mm^2 程度、CASE 3 供試体で 2.9N/mm^2 、CASE 4 供試体で 4.7N/mm^2 、CASE 5 供試体で 2.2N/mm^2 、CASE 6 供試体で 2.9N/mm^2 であった。また、鉛直応力度は、载荷による分を含めた柱にかかる軸力であるのでCASE 1, 2 供試体では約 $1.7 \sim 1.8\text{N/mm}^2$ 、CASE 3～6 供試体では $0.4 \sim 0.9\text{N/mm}^2$ であった。これより引張主応力度はCASE 1, 2 供試体で $0.7 \sim 0.8\text{N/mm}^2$ 程度、CASE 3 供試体で約 2.6N/mm^2 、CASE 4 供試体で約 4.2N/mm^2 、CASE 5 供試体で約 2.0N/mm^2 、CASE 6 供試体で約 2.6N/mm^2 となる。

一方、コンクリートの圧縮強度より得られた引張強度は $2.1 \sim 2.3\text{N/mm}^2$ であり、両者を比較すると、CASE 1, 2, 5 供試体ではコンクリートの引張強度が大きく、CASE 3, 4, 6 供試体では引張主応力度が大きいという結果であった。この結果から、CASE 1, 2, 5 供試体については柱・梁接合部が剛域として挙動し、ひび割れが発生しないと予想されるのに対し、CASE 3, 4, 6 供試体では剛域として挙動せずにひび割れが発生することが想定された。これは繰返し実験の結果と一致するものであった。

CASE 3～6 供試体については材料試験においてコンクリートの引張強度試験を実施しているので、試験結果を用いて比較してみると、引張強度が $2.5 \sim 2.6\text{N/mm}^2$ であったことから、計算により求めた引張強度より若干大きいもののほぼ等しく、圧縮強度より得られた結果と同じであると考えられた。

表-5・9 日本建築学会の方法による場合の算出結果

		CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASE6
せん断力	$V_{jh}=T_r=Mu/hb$						
	はりの終局曲げモーメント $Mu-C$ (kN・m)	250.1	253.0	536.4	858.1	399.1	525.6
	はり高さ h -beam (m)	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
	せん断力 V_{jh} (kN)	490.3	496.1	1051.8	1682.5	782.6	1030.7
	$V_{ju}=\kappa \cdot \sigma_{ck} \cdot b_j \cdot h_c$						
	T型の係数 κ	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
	コンクリートの圧縮強度 σ_{ck} (N/mm ²)	29.0	26.9	30.6	30.8	27.8	27.5
	節点部の奥行き長さ b -joint (m)	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
	柱の断面高さ h -col (m)	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
	節点部のせん断耐力 V_{ju} (kN)	1881.0	1741.2	1982.7	1995.4	1801.4	1782.0
	V_{jh}/V_{ju}	0.26	0.28	0.53	0.84	0.43	0.58
横拘束筋	$p_{jh} \geq 0.002$ and $p_{jh} \geq 0.003 \cdot V_{jh}/V_{ju}$						
	$0.003 \cdot V_{jh}/V_{ju}$	0.00078	0.00085	0.00159	0.00253	0.00130	0.00174
	帯鉄筋径 帯鉄筋-col	D6	D6	D6	D10	D6	D6
	帯鉄筋間隔 P_{ich} (m)	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
	柱幅 b -col (m)	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
	横補強筋鉄筋比 p_{jh-col}	0.00084	0.00084	0.00084	0.00190	0.00084	0.00084
	$p_{jh} \geq 0.002$	不満足	不満足	不満足	不満足	不満足	不満足
	$p_{jh} \geq 0.003 \cdot V_{jh}/V_{ju}$	満足	不満足	不満足	不満足	不満足	不満足
	軸方向鉄筋径 側面鉄筋-beam	D13	D13	D19	D25	D16	D19
	側面鉄筋本数 (片側)	2	2	2	2	2	2
	節点部幅 b -joint (m)	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
	はり高さ h -beam (m)	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
	横補強筋鉄筋比 $p_{jh-beam}$	0.00141	0.00141	0.00318	0.00563	0.00221	0.00318
	柱帯鉄筋とはり側面鉄筋の和						
	$p_{jh-(col+beam)}$	0.00225	0.00225	0.00403	0.00753	0.00305	0.00403
	$p_{jh} \geq 0.002$	満足	満足	満足	満足	満足	満足
	$p_{jh} \geq 0.003 \cdot V_{jh}/V_{ju}$	満足	満足	満足	満足	満足	満足
検討結果	損傷発生	しない	しない	しない	しない	しない	しない
	実験による接合部の損傷	無し	無し	斜めひび割れ	斜めひび割れ	無し	斜めひび割れ

表-5・10 引張主応力度による手法によった場合の算出結果

		CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5	CASE 6
$v_j = V_j h / (b_j \cdot h_c)$							
はりの終局曲げモーメント	M_{u-T} (kNm)	250.1	253.0	536.4	858.1	399.1	525.6
はり高さ	$h\text{-beam}$ (m)	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
せん断力	$V_j h$ (kN)	490.3	496.1	1051.8	1682.5	782.6	1030.7
	$b\text{-joint}$ (m)	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
柱の断面高さ	$h\text{-col}$ (m)	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
せん断応力度 (引張)	$V_j\text{-T}$ (N/mm ²)	1.4	1.4	2.9	4.7	2.2	2.9
$f_v = P_{axial} / (b_j \cdot h_c)$							
柱の軸圧縮力	P_{axial} (kN)	618.8	656.1	205.9	329.5	153.0	202.0
鉛直方向応力度	f_v (N/mm ²)	1.7	1.8	0.6	0.9	0.4	0.6
$P_t = \frac{f_v}{2} - \sqrt{\frac{f_v^2}{2} + v_j^2}$							
引張主応力度	p_{t-T} (N/mm ²)	0.8	0.7	2.6	4.2	2.0	2.6
$\sigma_t = 0.23 \sigma_{ck}^{2/3}$							
コンクリートの圧縮強度	σ_{ck} (N/mm ²)	29.0	26.9	30.6	30.8	27.8	27.5
コンクリートの引張強度	σ_t (N/mm ²)	2.2	2.1	2.2	2.3	2.1	2.1
	p_t / σ_t	0.35	0.36	1.18	1.88	0.93	1.24
材料試験結果							
コンクリートの引張強度	σ_t (N/mm ²)			2.6	2.5	2.6	2.5
	p_t / σ_t			1.00	1.68	0.75	1.03
損傷発生		しない	しない	する	する	しない	する
実験による接合部の損傷		無し	無し	斜めひび割れ	斜めひび割れ	無し	斜めひび割れ

5.3 柱・梁接合部のせん断耐力の評価法

5.3.1 解析方法

T型の接合部の力のつり合いを図-5・2と同様に考え、算出されたせん断力に対してトラス理論に基づき算出されるせん断耐力と比較して接合部の挙動を評価するものである。すなわち、 V_{jh} は前述と同様の方法で算出し、せん断耐力は平成8年道路橋示方書V耐震設計編により次式により求める。

$$P_s = S_c + S_s \quad (5.9)$$

ここで、 S_c はコンクリートが負担するせん断耐力、 S_s は帯鉄筋が負担するせん断耐力である。

なお、せん断耐力で比較するということは、柱・梁接合部のコンクリートに多少のせん断ひび割れは発生するが、帯鉄筋でせん断力を負担することにより、最終的な柱・梁接合部でのせん断破壊を防止することを意味するものである。

なお、せん断耐力の算定では、柱の帯鉄筋と梁の側面鉄筋を考慮した。ただし、側面鉄筋は径の大きい鉄筋を用いていることから、これをどのように見込むかによりせん断耐力は大きく変化することに注意する必要がある。また、コンクリートが負担するせん断耐力は、荷重の正負交番載荷作用の影響を考慮しないで算出した。

5.3.2 解析結果

解析結果を表-5・11に示す。

CASE 1～6供試体は、いずれについてもせん断耐力はせん断力よりも大きくなっており、最終的なせん断破壊はしないと判定される。また、 V_{jh}/P_s の値が比較的1に近いCASE 3, 4および6供試体については実験で接合部に斜めひび割れが発生した。ただし、斜めひび割れは発生したものの、せん断破壊するまでには至っておらず、最終的には梁の主鉄筋の定着が切れることによる破壊であった。このことから、解析結果と実験結果は概ね一致していると考えられ、 V_{jh}/P_s の値が1を境にせん断破壊するかどうかの判定ができると考えられる。

表-5・11 せん断耐力の算出結果

		CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASE6
$V_{jh} = T_r = M_u / h_b$							
はりの終局曲げモーメント $M_u - C$	(kNm)	250.1	253.0	536.4	858.1	399.1	525.6
はり高さ h_b	(m)	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
せん断力 V_{jh}	(kN)	490.3	496.1	1051.8	1682.5	782.6	1030.7
$S_c = C_c \cdot C_e \cdot C_{pt} \cdot \tau_c \cdot b_j \cdot d$							
C_c		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
C_e		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
C_{pt}		1.006	1.006	1.419	1.500	1.260	1.419
軸方向引張鉄筋比 ρ_t	(%)	0.306	0.306	0.865	1.530	0.600	0.865
節点部奥行き長さ b_j	(m)	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
節点部高さ h_j	(m)	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
かぶり	(cm)	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
有効高 d	(m)	0.553	0.553	0.552	0.552	0.552	0.552
コンクリート圧縮強度 σ_{ck}	(N/mm ²)	29.0	26.9	30.8	30.8	27.8	27.5
平均せん断応力度 τ_c	(N/mm ²)	0.36	0.35	0.37	0.37	0.36	0.35
せん断耐力(コンクリート) S_c	(kN)	120.2	117.3	172.8	182.7	148.3	166.5
$S_s = \frac{A_w \sigma_{sy} d (\sin \theta - \cos \theta)}{1.15a}$							
柱の帯鉄筋のせん断抵抗							
帯鉄筋の断面積 $A_w - c$	(mm ²)	63.3	63.3	63.3	142.7	63.3	63.3
降伏点 $\sigma_{sy} - c$	(N/mm ²)	341.2	341.2	337.9	366.6	365.0	365.0
θ	(度)	90	90	90	90	90	90
帯鉄筋の間隔 $a - c$	(mm)	125.0	125.0	125.0	125.0	125.0	125.0
せん断耐力 S_{sc}	(kN)	83.1	83.1	82.2	200.8	88.8	88.8
はり軸方向鉄筋のせん断抵抗							
軸方向鉄筋の断面積 $A_w - b$	(mm ²)	506.8	506.8	1146.0	2026.8	794.4	1146.0
降伏点 $\sigma_{sy} - b$	(N/mm ²)	354.6	354.6	362.5	383.3	360.0	366.0
θ	(度)	90	90	90	90	90	90
鉄筋間隔 $a - b$	(mm)	236.3	236.3	232.2	232.2	232.2	232.2
せん断耐力 S_{sb}	(kN)	365.4	365.4	858.6	1606.1	591.2	867.1
考慮する側方鉄筋の本数(片側)		2	2	2	2	2	2
$P_s = S_c + S_{sc} + S_{sb}$							
せん断耐力 P_s	(kN)	568.7	565.7	1113.6	1989.6	828.3	1122.3
V_{jh} / P_s		0.86	0.88	0.94	0.85	0.94	0.92
せん断破壊		しない	しない	しない	しない	しない	しない
実験による接合部の損傷		無し	無し	斜めひび割れ	斜めひび割れ	無し	斜めひび割れ

5.4 柱・梁接合部の設計方法の検討

以上の実験結果をもとに、柱・梁接合部の設計方法を検討した。柱・梁接合部の破壊特性および剛域としての評価方法は、図-5・4のフローに示すように照査することができると考えられる。すなわち、柱・梁接合部に作用するせん断力により求められる引張主応力度 P_t とコンクリートの引張強度 σ_t の関係から、引張主応力度の方が大きければ接合部にひび割れの発生が予想される。一方、引張強度の方が大きければひび割れは発生しないと考えられるので、剛域として評価できると考えられる。

次に、柱・梁接合部にひび割れが発生する場合であるが、作用するせん断力とせん断耐力を比較することにより、柱・梁接合部でせん断破壊が生じるか、あるいは、柱・梁接合部にひび割れは生じるが最終的には柱または梁に損傷が生じるかを判定することができる。修復等を考慮した場合には、剛域として評価できるようにコンクリートの引張強度に余裕があることが望ましいが、構造物の安全性の観点では、ひび割れは生じても最終的にぜい性的なせん断破壊を生じないことを照査することができる。

また、CASE 3および6の実験結果からわかるように、梁外面側の軸方向鉄筋の付着が切れることにより、軸方向鉄筋が有効に機能しなくなり、所要の水平耐力を確保できなくなることから、T型の柱・梁接合部においては、梁の軸方向鉄筋の定着が失われることのないように、十分な定着長を確保するか、定着構造を考慮する必要がある。

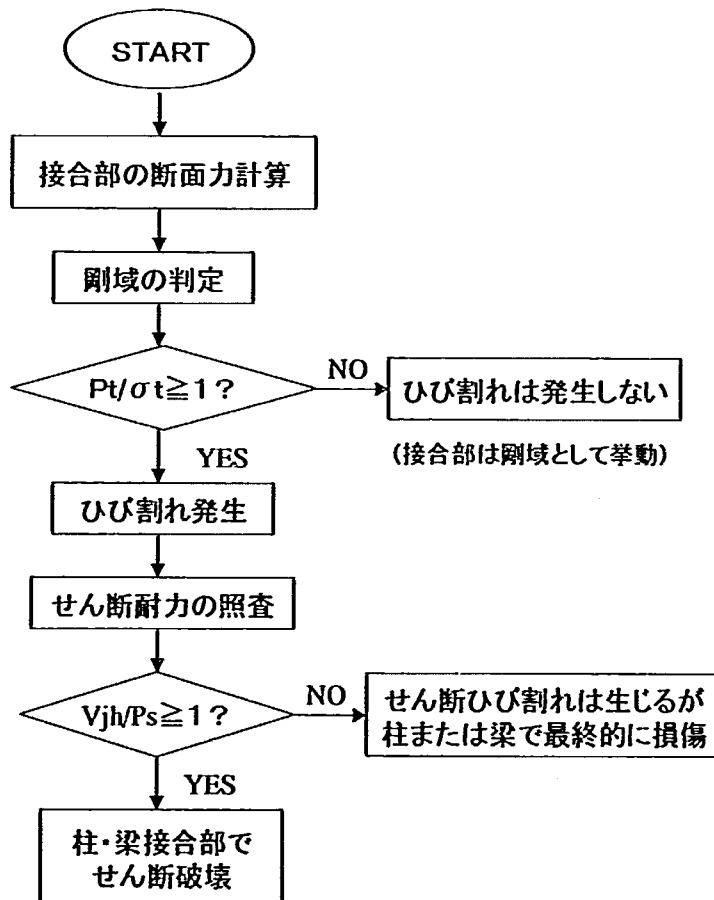


図-5・4 柱・梁接合部の耐力照査フロー

6. まとめ

- (1) RCラーメン橋脚の柱・梁接合部の模型供試体に対して繰返し載荷実験を行った結果、柱・梁接合部にひび割れが生じなかった供試体では、柱・梁接合部は剛体として挙動し、損傷は梁部材に生じた。この場合、安定した変形性能が得られた。
- (2) 柱・梁接合部にひび割れが生じた供試体は、梁の軸方向鉄筋の付着が切れることにより急激に耐力が低下した。しかし、梁の軸方向鉄筋を折り曲げることにより付着を確保した場合は、柱・梁接合部でせん断破壊が生じても必ずしも急激な耐力低下は生じなかった。
- (3) 柱・梁接合部の動的耐力・変形性能を算定する方法としては、柱・梁接合部に生じる引張主応力度をコンクリートの引張強度と比較する方法が実験結果と比較的よく一致した。この場合、引張主応力度がコンクリートの引張強度の3割程度の供試体では柱・梁接合部にひび割れは発生しなかった。しかし同等あるいはそれ以上となる供試体では、繰返し載荷に伴い柱・梁接合部に斜めひび割れが生じ、安定した変形性能は得られなかった。
- (4) 実験結果をもとに、柱・梁接合部の設計手法を提案した。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編、1996年12月
- 2) (社)日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説、1990年
- 3) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋編、1996年12月
- 4) (社)土木学会：コンクリート標準示方書設計編、1996年制定
- 5) (社)土木学会：コンクリート標準示方書耐震設計編、1996年制定
- 6) M.J.N.Priestley, F.Seible, G.M.Calvi 著、川島一彦監訳：橋梁の耐震設計と耐震補強、技報堂出版、1998年4月
- 7) 運上茂樹、寺山 徹、林 昌弘：柱・梁接合部の動的耐力・変形性能に関する繰返し載荷実験、土木学会 第2回地震時保有耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集、1998年12月
- 8) 林 昌弘、運上茂樹：鉄筋コンクリートラーメン橋脚の柱・梁接合部の変形性能に関する検討、土木学会第54回年次学術講演会講演概要集、1999年9月

参 考 資 料

I. 計測手法

計測システム

各供試体の計測成分数は、CASE1 供試体が 9 3、CASE2 供試体が 9 5、CASE3 供試体が 9 6、CASE4 供試体が 9 5、CASE5,6 供試体が 1 0 2 成分である。測定位置については表-参・1 に示す。図-参・1 に実験における計測システムを示す。

図-参・2 に変位計の取付位置を、図-参・3 にひずみゲージの取付位置を示す。

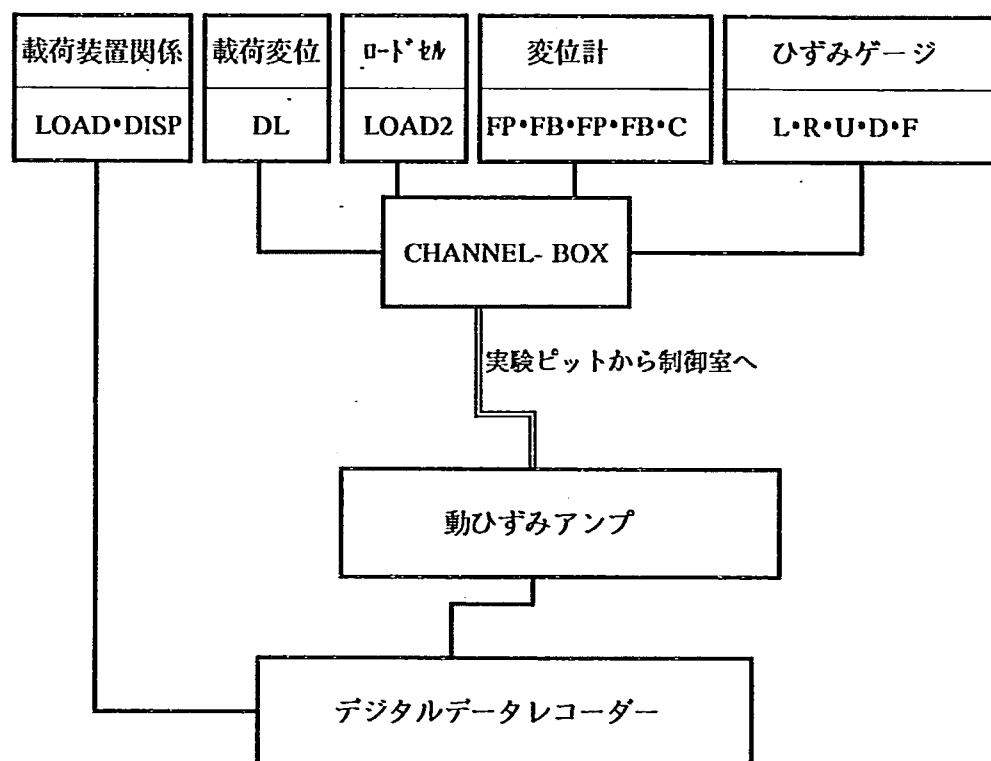


図-参. 1 計測システム図

表-参. 1(1) CASE 1 供試体チャンネル対応表

Ch.	Name	位 置	Ch.	Name	位 置
1	LOAD	載荷荷重 (制加装置)	55	F14	荷鉄筋ひずみ(第1断面)
2	DISP	載荷変位 (制加装置)	56	F21	荷鉄筋ひずみ(第2断面)
3	LOAD2	載荷荷重 (ロードセル)	57	F22	
4	AXIAL	脚軸力	58	F23	
5	DL2	載荷変位	59	F24	
6	DP1	脚変位	60	F31	荷鉄筋ひずみ(第3断面)
7	DP2		61	F32	
8	DP3		62	F33	
9	DB1	梁変位	63	F34	
10	DB2		64	F41	荷鉄筋ひずみ(第4断面)
11	DB3		65	F42	
12	FP1	脚曲率	66	F43	
13	FP2		67	F44	
14	FP3		68	F51	荷鉄筋ひずみ(第5断面)
15	FP4		69	F52	
16	FP5		70	F53	
17	FP6		71	F54	
18	FB1	梁曲率	72	F61	荷鉄筋ひずみ(第6断面)
19	FB2		73	F62	
20	FB3		74	F63	
21	FB4		75	F64	
22	FB5		76	F71	荷鉄筋ひずみ(第7断面)
23	FB6		77	F72	
24	L1	脚軸方向鉄筋ひずみ(内側)	78	F73	
25	L2		79	F74	
26	L3		80	F81	荷鉄筋ひずみ(第8断面)
27	L4		81	F82	
28	L5		82	F83	
29	L6		83	F84	
30	L7		84	F91	荷鉄筋ひずみ(第9断面)
31	R1	脚軸方向鉄筋ひずみ(外側)	85	F92	
32	R2		86	F93	
33	R3		87	F94	
34	R4		88	F101	荷鉄筋ひずみ(第10断面)
35	R5		89	F102	
36	R6		90	F103	
37	R7		91	F104	
38	U1	梁軸方向鉄筋ひずみ(上側)	92	DL1	載荷変位(荷取り式変位計)
39	U2		93	DL3	反力側変位
40	U3		94	C1	隅角部変位
41	U4		95	C2	
42	U5		96		
43	U6		97		
44	U7		98		
45	D1	梁軸方向鉄筋ひずみ(下側)	99		
46	D2		100		
47	D3		101		
48	D4		102		
49	D5		103		
50	D6		104		
51	D7		105		
52	F11	荷鉄筋ひずみ(第1断面)	106		
53	F12		107		
54	F13		108		

表-参. 1(2) 供試体チャンネル対応表(CASE2)

Ch.	Name	位 置	Ch.	Name	位 置
1	LOAD	載荷荷重 (制加装置)	55	F14	荷鉄筋ひずみ(第1断面)
2	DISP	載荷変位 (制加装置)	56	F21	荷鉄筋ひずみ(第2断面)
3	LOAD2	載荷荷重 (ロードセル)	57	F22	
4	AXIAL	脚軸力	58	F23	
5	DL2	載荷変位	59	F24	
6	DP1	脚変位	60	F31	荷鉄筋ひずみ(第3断面)
7	DP2		61	F32	
8	DP3		62	F33	
9	DB1	梁変位	63	F34	
10	DB2		64	F41	荷鉄筋ひずみ(第4断面)
11	DB3		65	F42	
12	FP1	脚曲率	66	F43	
13	FP2		67	F44	
14	FP3		68	F51	荷鉄筋ひずみ(第5断面)
15	FP4		69	F52	
16	FP5		70	F53	
17	FP6		71	F54	
18	FB1	梁曲率	72	F61	荷鉄筋ひずみ(第6断面)
19	FB2		73	F62	
20	FB3		74	F63	
21	FB4		75	F64	
22	FB5		76	F71	荷鉄筋ひずみ(第7断面)
23	FB6		77	F72	
24	L1	脚軸方向鉄筋ひずみ(内側)	78	F73	
25	L2		79	F74	
26	L3		80	F81	荷鉄筋ひずみ(第8断面)
27	L4		81	F82	
28	L5		82	F83	
29	L6		83	F84	
30	L7		84	F91	荷鉄筋ひずみ(第9断面)
31	R1	脚軸方向鉄筋ひずみ(外側)	85	F92	
32	R2		86	F93	
33	R3		87	F94	
34	R4		88	F101	荷鉄筋ひずみ(第10断面)
35	R5		89	F102	
36	R6		90	F103	
37	R7		91	F104	
38	U1	梁軸方向鉄筋ひずみ(上側)	92	DL1	載荷変位(荷取り式変位計)
39	U2		93	DL3	反力側変位
40	U3		94	C1	隅角部変位
41	U4		95	C2	
42	U5		96		
43	U6		97		
44	U7		98		
45	D1	梁軸方向鉄筋ひずみ(下側)	99		
46	D2		100		
47	D3		101		
48	D4		102		
49	D5		103		
50	D6		104		
51	D7		105		
52	F11	荷鉄筋ひずみ(第1断面)	106		
53	F12		107		
54	F13		108		

表-参. 1(3) 供試体チャンネル対応表(CASE3)

Ch.	Name	位 置	Ch.	Name	位 置
1	LOAD	載荷荷重(制脚装置) 主	55	F11	荷鉄筋ひずみ(第1断面)
2	DISP	載荷変位(制脚装置)	56	F12	
3	LOAD2	載荷荷重(ロードセル) 副	57	F13	
4	DL1	同軸ビン間変位	58	F14	
5	DL2	スライドテーブル変位	59	F21	荷鉄筋ひずみ(第2断面)
6	DL3	反力側変位	60	F22	
7	C-1	隅角部変位(載荷直角)	61	F23	
8	C-2	(載荷平行)	62	F24	
9	DP1	脚変位(ビン側)	63	F31	荷鉄筋ひずみ(第3断面)
10	DP2	(中央)	64	F32	
11	DP3	(節点部)	65	F33	
12	DB1	梁変位(ビン側)	66	F34	
13	DB2	(中央)	67	F41	荷鉄筋ひずみ(第4断面)
14	DB3	(節点部)	68	F42	
15	FP1	梁曲率(内・ビン側)	69	F43	
16	FP2	(外・ビン側)	70	F44	
17	FP3	(内・中)	71	F51	荷鉄筋ひずみ(第5断面)
18	FP4	(外・中)	72	F52	
19	FP5	(内・節点部)	73	F53	
20	FP6	(外・節点部)	74	F54	
21	FB1	梁曲率(内・ビン側)	75	F61	荷鉄筋ひずみ(第6断面)
22	FB2	(外・ビン側)	76	F62	
23	FB3	(内・中)	77	F63	
24	FB4	(外・中)	78	F64	
25	FB5	(内・節点部)	79	F71	荷鉄筋ひずみ(第7断面)
26	FB6	(外・節点部)	80	F72	
27	L1	脚軸方向鉄筋ひずみ(内側)	81	F73	
28	L2		82	F74	
29	L3		83	F81	荷鉄筋ひずみ(第8断面)
30	L4		84	F82	
31	L5		85	F83	
32	L6		86	F84	
33	L7		87	F91	荷鉄筋ひずみ(第9断面)
34	R1	脚軸方向鉄筋ひずみ(外側)	88	F92	
35	R2		89	F93	
36	R3		90	F94	
37	R4		91	F101	荷鉄筋ひずみ(第10断面)
38	R5		92	F102	
39	R6		93	F103	
40	R7		94	F104	
41	U1	梁軸方向鉄筋ひずみ(上側)	95	F112	荷鉄筋ひずみ(第11断面)
42	U2		96	F02	荷鉄筋ひずみ(第0断面)
43	U3		97		
44	U4		98		
45	U5		99		
46	U6		100		
47	U7		101		
48	D1	梁軸方向鉄筋ひずみ(下側)	102		
49	D2		103		
50	D3		104		
51	D4		105		
52	D5		106		
53	D6		107		
54	D7		108		

表-参. 1(4) 供試体チャンネル対応表(CASE4)

Ch.	Name	位 置	Ch.	Name	位 置
1	LOAD	載荷荷重(制脚装置) 主	55	F11	荷鉄筋ひずみ(第1断面)
2	DISP	載荷変位(制脚装置)	56	F12	
3	LOAD2	載荷荷重(ロードセル) 副	57	F13	
4	DL1	同軸ビン間変位	58	F14	
5	DL2	スライドテーブル変位	59	F21	荷鉄筋ひずみ(第2断面)
6	DL3	反力側変位	60	F22	
7	C-1	隅角部変位(載荷直角)	61	F23	
8	C-2	(載荷平行)	62	F24	
9	DP1	脚変位(ビン側)	63	F31	荷鉄筋ひずみ(第3断面)
10	DP2	(中央)	64	F32	
11	DP3	(節点部)	65	F33	
12	DB1	梁変位(ビン側)	66	F34	
13	DB2	(中央)	67	F41	荷鉄筋ひずみ(第4断面)
14	DB3	(節点部)	68	F42	
15	FP1	梁曲率(内・ビン側)	69	F43	
16	FP2	(外・ビン側)	70	F44	
17	FP3	(内・中)	71	F51	荷鉄筋ひずみ(第5断面)
18	FP4	(外・中)	72	F52	
19	FP5	(内・節点部)	73	F53	
20	FP6	(外・節点部)	74	F54	
21	FB1	梁曲率(内・ビン側)	75	F61	荷鉄筋ひずみ(第6断面)
22	FB2	(外・ビン側)	76	F62	
23	FB3	(内・中)	77	F63	
24	FB4	(外・中)	78	F64	
25	FB5	(内・節点部)	79	F71	荷鉄筋ひずみ(第7断面)
26	FB6	(外・節点部)	80	F72	
27	L1	脚軸方向鉄筋ひずみ(内側)	81	F73	
28	L2		82	F74	
29	L3		83	F81	荷鉄筋ひずみ(第8断面)
30	L4		84	F82	
31	L5		85	F83	
32	L6		86	F84	
33	L7		87	F91	荷鉄筋ひずみ(第9断面)
34	R1	脚軸方向鉄筋ひずみ(外側)	88	F92	
35	R2		89	F93	
36	R3		90	F94	
37	R4		91	F101	荷鉄筋ひずみ(第10断面)
38	R5		92	F102	
39	R6		93	F103	
40	R7		94	F104	
41	U1	梁軸方向鉄筋ひずみ(上側)	95	F112	荷鉄筋ひずみ(第11断面)
42	U2		96		
43	U3		97		
44	U4		98		
45	U5		99		
46	U6		100		
47	U7		101		
48	D1	梁軸方向鉄筋ひずみ(下側)	102		
49	D2		103		
50	D3		104		
51	D4		105		
52	D5		106		
53	D6		107		
54	D7		108		

表-参. 1 (5) 供試体チャンネル対応表(CASE5)

	Name	位置	Ch	Name	位置
1	LOAD	鉄筋間重(制御装置) 主	55	F11	鉄筋ノズミ(第1断面)
2	DISP	鉄筋位置(制御装置)	56	F12	
3	LOAD2	鉄筋間重(ロードセル)副	57	F13	
4	DL1	同軸ピン間位置	58	F14	
5	DL2	スライドテーブル位置	59	F21	鉄筋ノズミ(第2断面)
6	DL3	反力側位置	60	F22	
7	C-1	陽角部位置(鉄筋直角)	61	F23	
8	C-2	(鉄筋平行)	62	F24	
9	DP1	鉄筋位置(ピン間)	63	F31	鉄筋ノズミ(第3断面)
10	DP2	(中央)	64	F32	
11	DP3	(節点部)	65	F33	
12	DB1	梁位置(ピン間)	66	F34	
13	DB2	(中央)	67	F41	鉄筋ノズミ(第4断面)
14	DB3	(節点部)	68	F42	
15	FP1	梁曲率(内・ピン間)	69	F43	
16	FP2	(外・ピン間)	70	F44	
17	FP3	(内・中)	71	F51	鉄筋ノズミ(第5断面)
18	FP4	(外・中)	72	F52	
19	FP5	(内・節点部)	73	F53	
20	FP6	(外・節点部)	74	F54	
21	FB1	梁曲率(内・ピン間)	75	F61	鉄筋ノズミ(第6断面)
22	FB2	(外・ピン間)	76	F62	
23	FB3	(内・中)	77	F63	
24	FB4	(外・中)	78	F64	
25	FB5	(内・節点部)	79	F71	鉄筋ノズミ(第7断面)
26	FB6	(外・節点部)	80	F72	
27	L1	梁軸方向鉄筋ノズミ(内側)	81	F73	
28	L2		82	F74	
29	L3		83	F81	鉄筋ノズミ(第8断面)
30	L4		84	F82	
31	L5		85	F83	
32	L6		86	F84	
33	L7		87	F91	鉄筋ノズミ(第9断面)
34	R1	梁軸方向鉄筋ノズミ(外側)	88	F92	
35	R2		89	F93	
36	R3		90	F94	
37	R4		91	F101	鉄筋ノズミ(第10断面)
38	R5		92	F102	
39	R6		93	F103	
40	R7		94	F104	
41	U1	梁軸方向鉄筋ノズミ(上側)	95	F111	鉄筋ノズミ(第11断面)
42	U2		96	F112	
43	U3		97	F113	
44	U4		98	F114	
45	U5		99	F121	鉄筋ノズミ(第12断面)
46	U6		100	F122	
47	U7		101	F123	
48	D1	梁軸方向鉄筋ノズミ(下側)	102	F124	
49	D2				
50	D3				
51	D4				
52	D5				
53	D6				
54	D7				

表-参. 1 (6) 供試体チャンネル対応表(CASE6)

	Name	位置	Ch	Name	位置
1	LOAD	鉄筋間重(制御装置) 主	55	F11	鉄筋ノズミ(第1断面)
2	DISP	鉄筋位置(制御装置)	56	F12	
3	LOAD2	鉄筋間重(ロードセル)副	57	F13	
4	DL1	同軸ピン間位置	58	F14	
5	DL2	スライドテーブル位置	59	F21	鉄筋ノズミ(第2断面)
6	DL3	反力側位置	60	F22	
7	C-1	陽角部位置(鉄筋直角)	61	F23	
8	C-2	(鉄筋平行)	62	F24	
9	DP1	鉄筋位置(ピン間)	63	F31	鉄筋ノズミ(第3断面)
10	DP2	(中央)	64	F32	
11	DP3	(節点部)	65	F33	
12	DB1	梁位置(ピン間)	66	F34	
13	DB2	(中央)	67	F41	鉄筋ノズミ(第4断面)
14	DB3	(節点部)	68	F42	
15	FP1	梁曲率(内・ピン間)	69	F43	
16	FP2	(外・ピン間)	70	F44	
17	FP3	(内・中)	71	F51	鉄筋ノズミ(第5断面)
18	FP4	(外・中)	72	F52	
19	FP5	(内・節点部)	73	F53	
20	FP6	(外・節点部)	74	F54	
21	FB1	梁曲率(内・ピン間)	75	F61	鉄筋ノズミ(第6断面)
22	FB2	(外・ピン間)	76	F62	
23	FB3	(内・中)	77	F63	
24	FB4	(外・中)	78	F64	
25	FB5	(内・節点部)	79	F71	鉄筋ノズミ(第7断面)
26	FB6	(外・節点部)	80	F72	
27	L1	梁軸方向鉄筋ノズミ(内側)	81	F73	
28	L2		82	F74	
29	L3		83	F81	鉄筋ノズミ(第8断面)
30	L4		84	F82	
31	L5		85	F83	
32	L6		86	F84	
33	L7		87	F91	鉄筋ノズミ(第9断面)
34	R1	梁軸方向鉄筋ノズミ(外側)	88	F92	
35	R2		89	F93	
36	R3		90	F94	
37	R4		91	F101	鉄筋ノズミ(第10断面)
38	R5		92	F102	
39	R6		93	F103	
40	R7		94	F104	
41	U1	梁軸方向鉄筋ノズミ(上側)	95	F111	鉄筋ノズミ(第11断面)
42	U2		96	F112	
43	U3		97	F113	
44	U4		98	F114	
45	U5		99	F121	鉄筋ノズミ(第12断面)
46	U6		100	F122	
47	U7		101	F123	
48	D1	梁軸方向鉄筋ノズミ(下側)	102	F124	
49	D2				
50	D3				
51	D4				
52	D5				
53	D6				
54	D7				

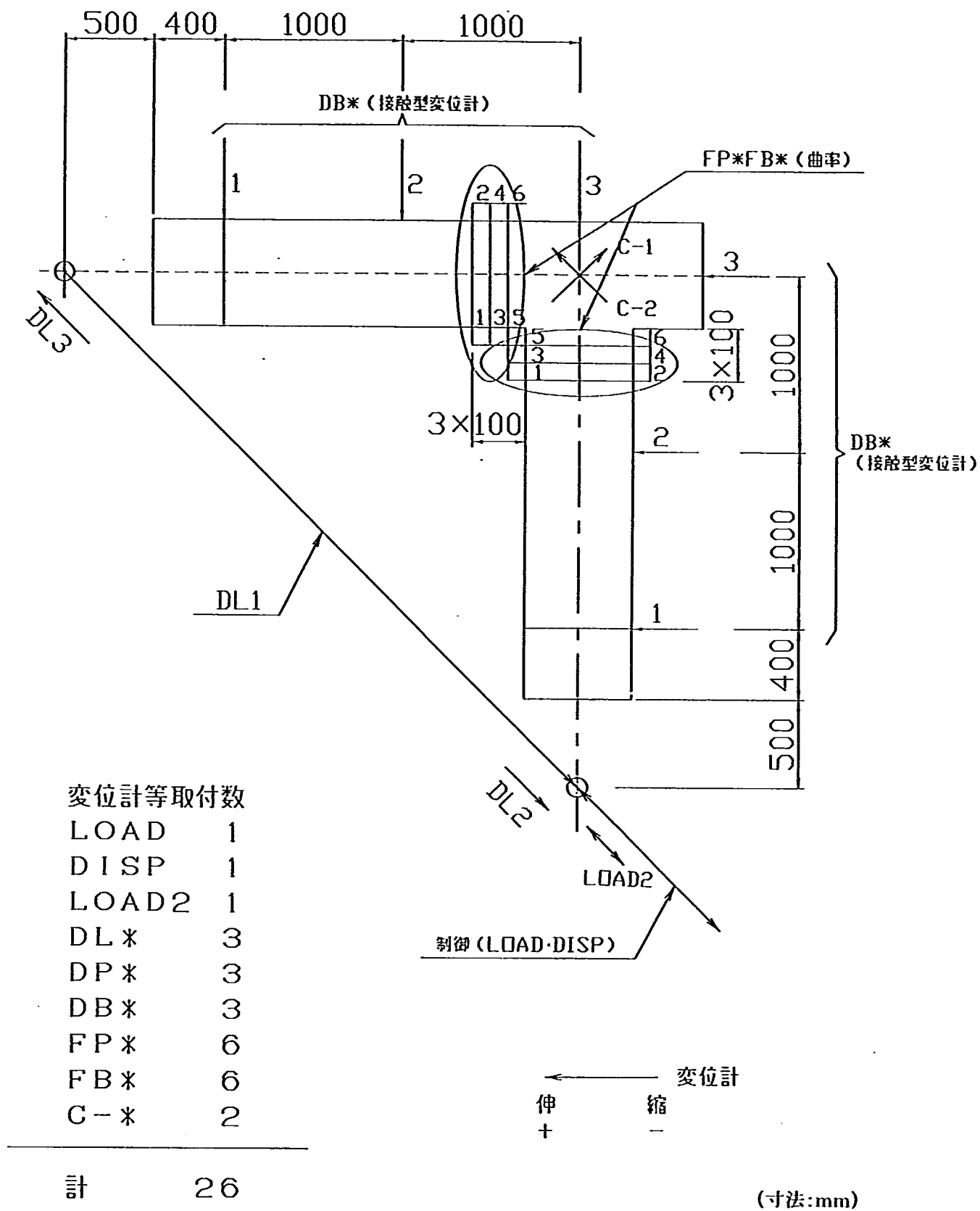


図-参. 2 変位計取付位置図

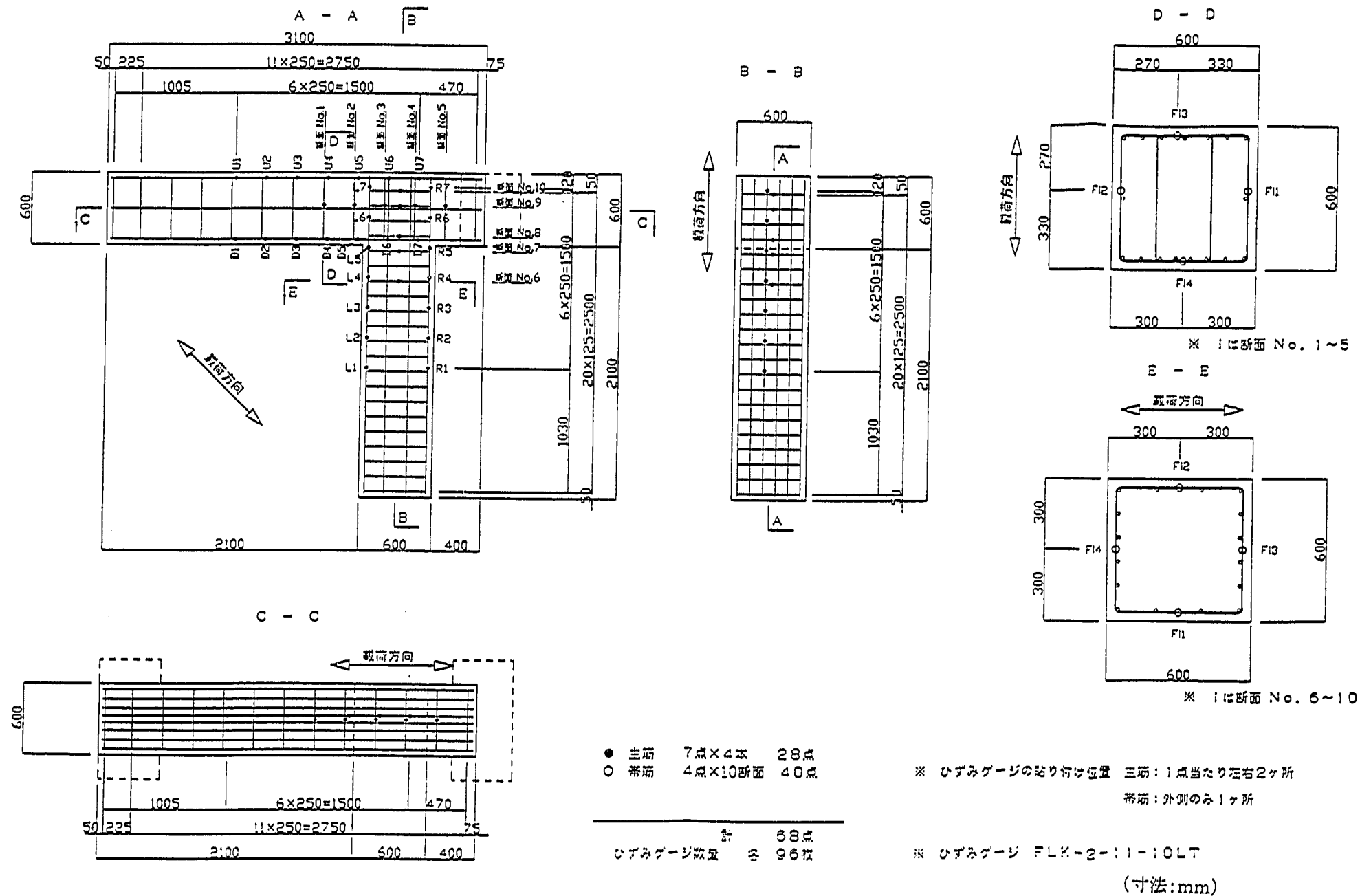


図-参. 3 (1) ひずみゲージ配置図 (CASE1)

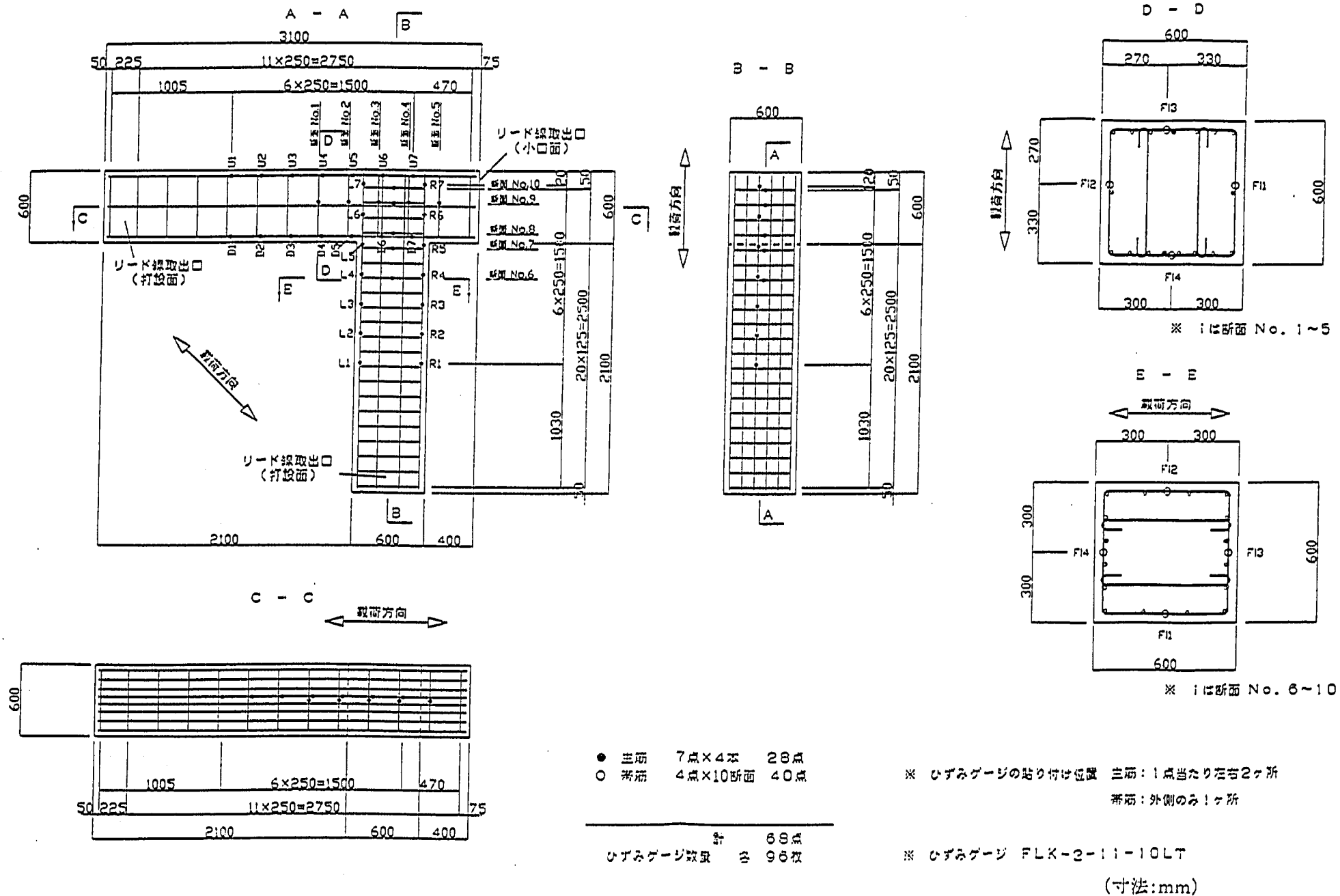


図-参. 3 (2) ひずみゲージ配置図 (CASE2)

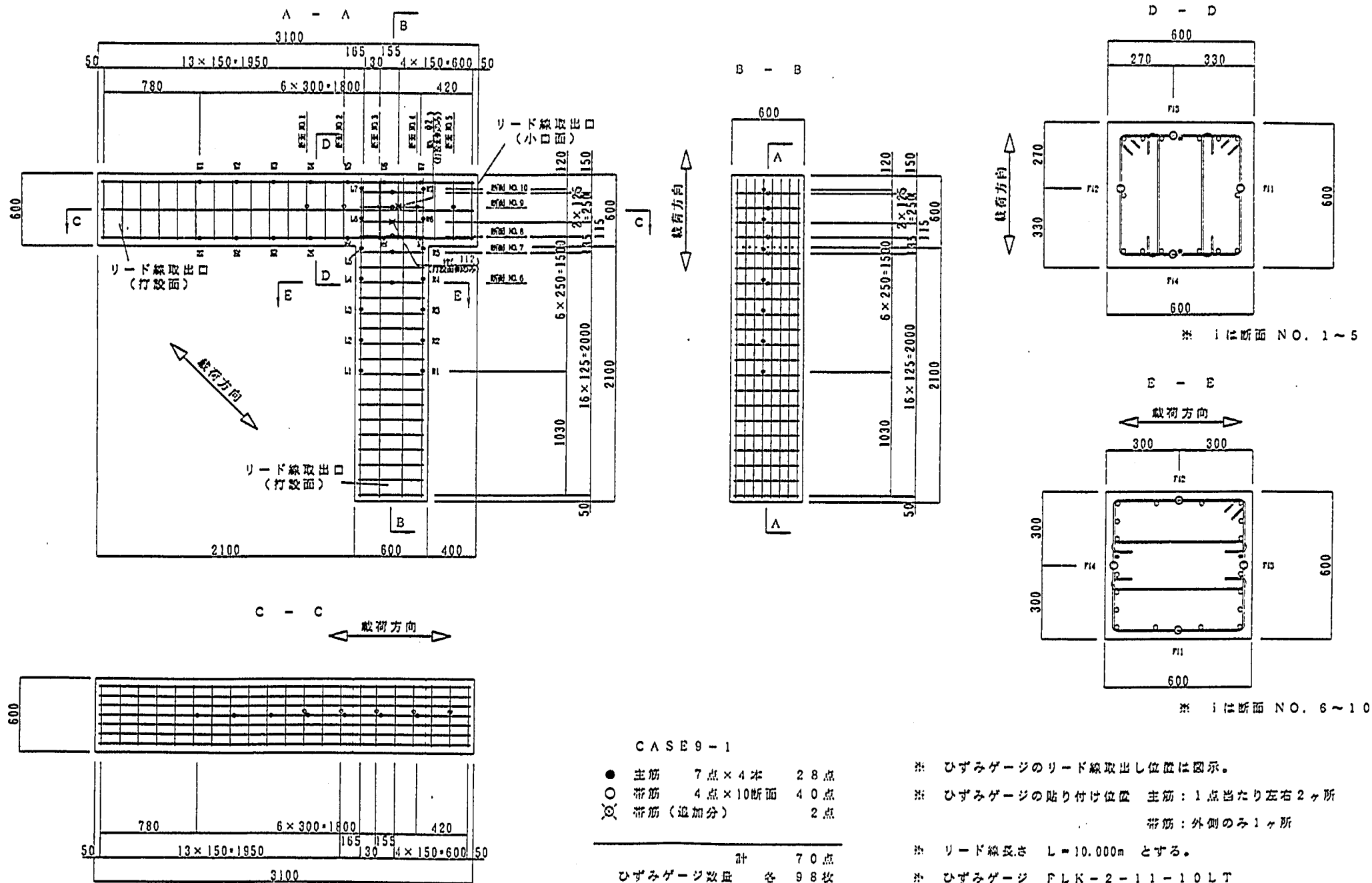


図-参. 3 (3) ひずみゲージ配置図 (CASE3)

(寸法:mm)

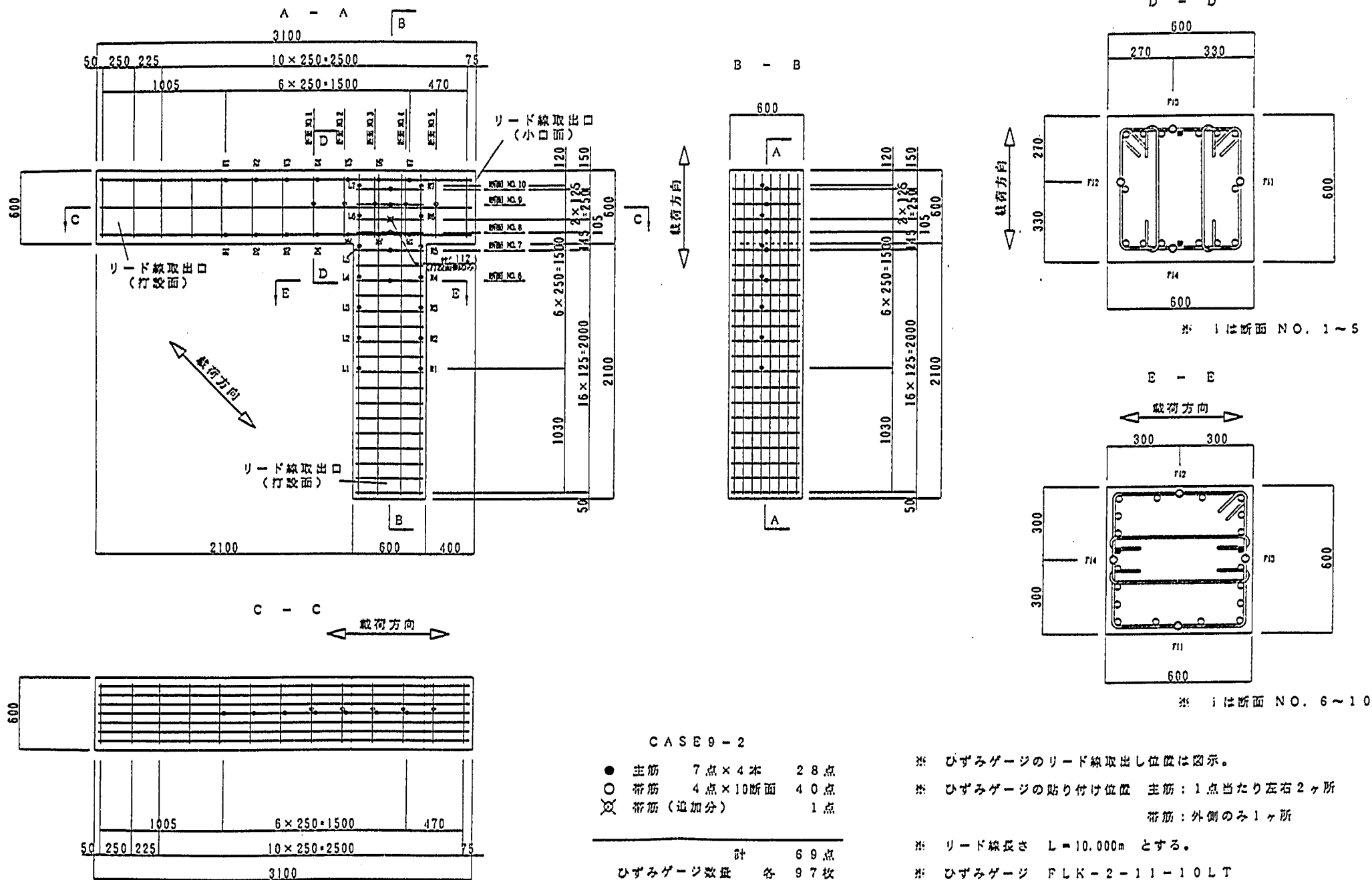
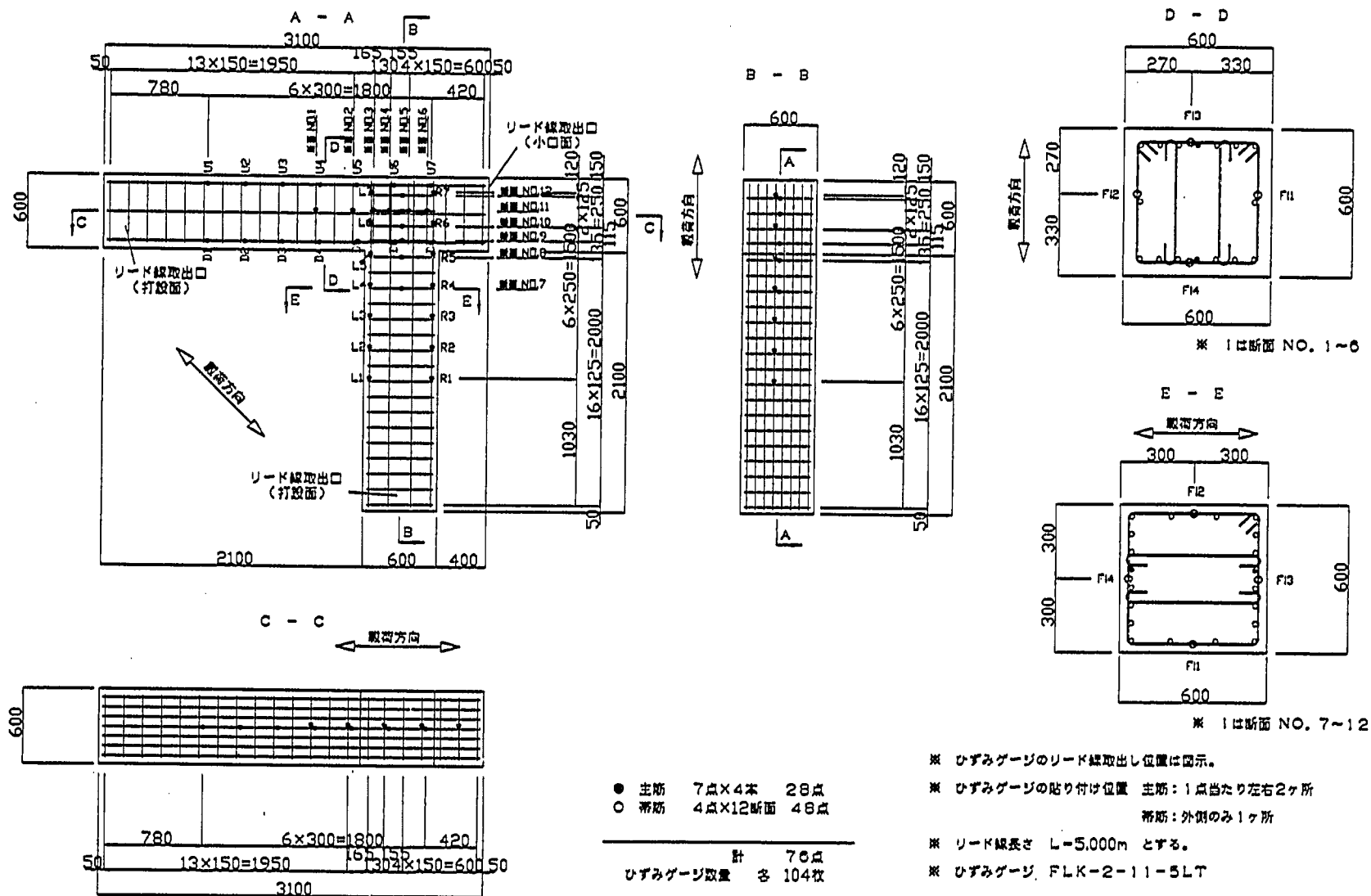


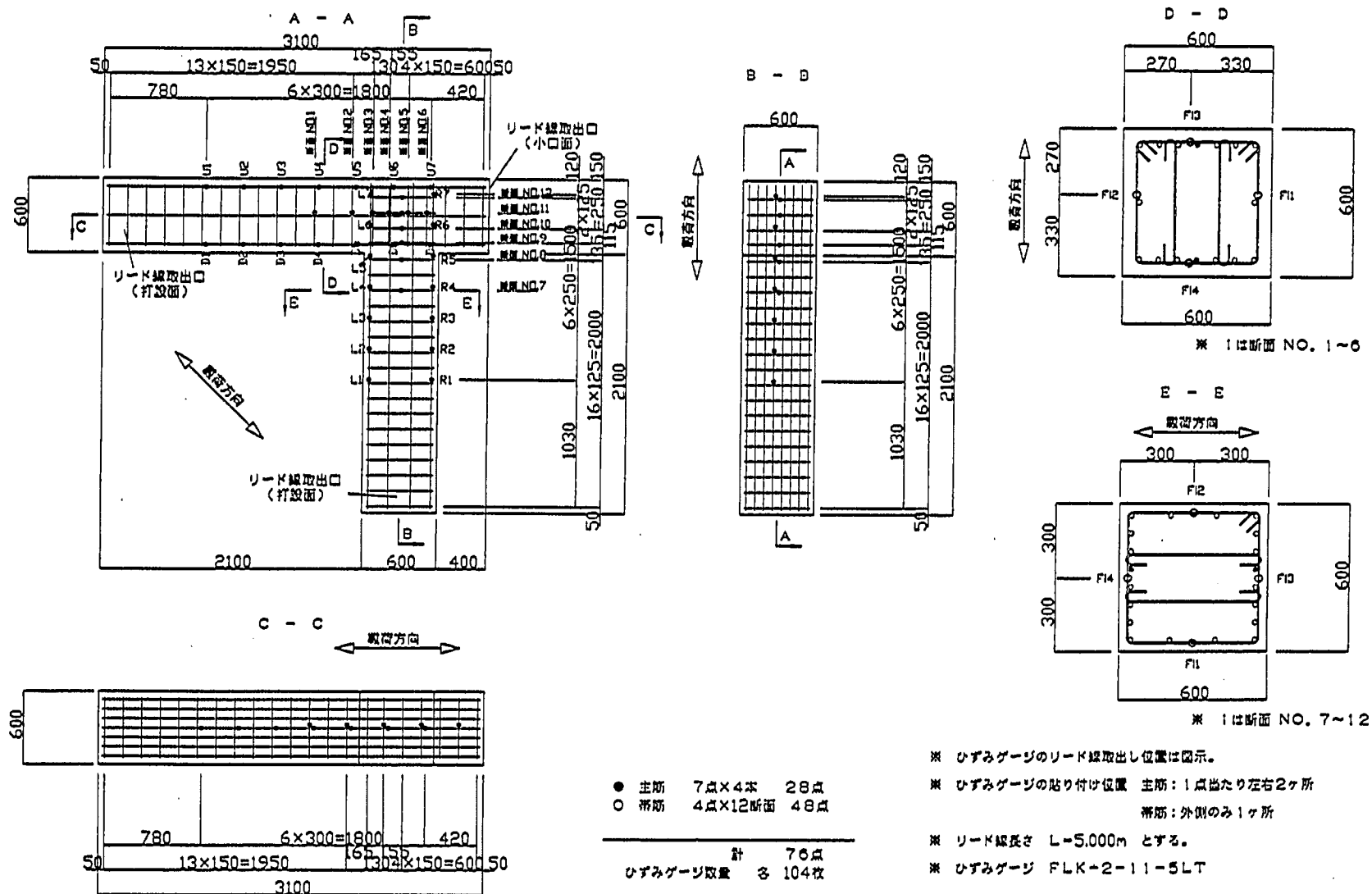
図-参. 3 (4) ひずみゲージ配置図 (CASE4)

※ ひずみゲージのリード線取出し位置は図示。
 ※ ひずみゲージの貼り付け位置 主筋：1点当たり左右2ヶ所
 帯筋：外側のみ1ヶ所
 ※ リード線長さ $L = 10.000m$ とする。
 ※ ひずみゲージ FLK-2-11-10LT
 ※ ひずみゲージの追加分は打設面側に貼り付ける (1ヶ所)。
 (寸法:mm)



(寸法:mm)

図-参. 3 (5) ひずみゲージ配置図 (CASE5)

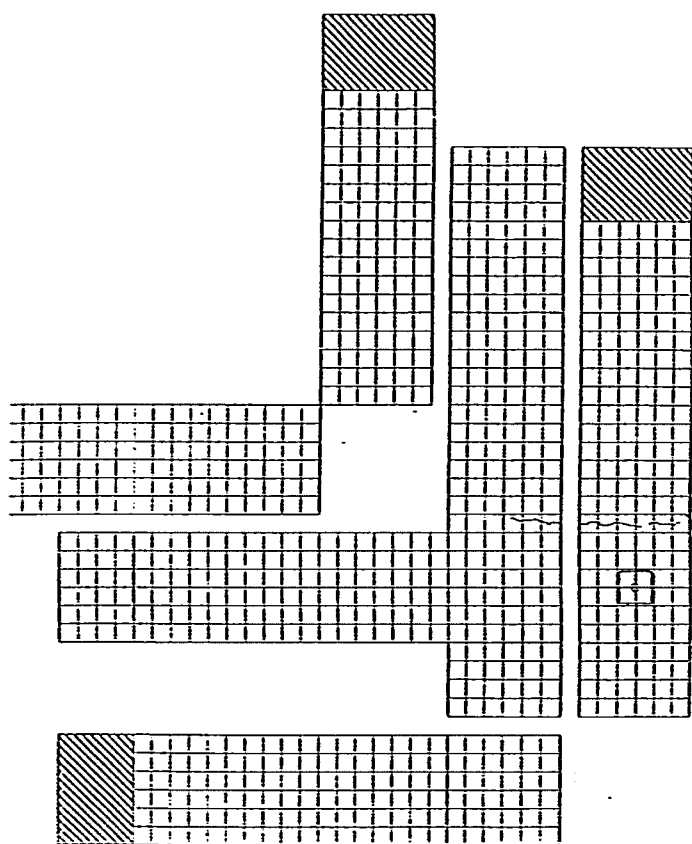


(寸法:mm)

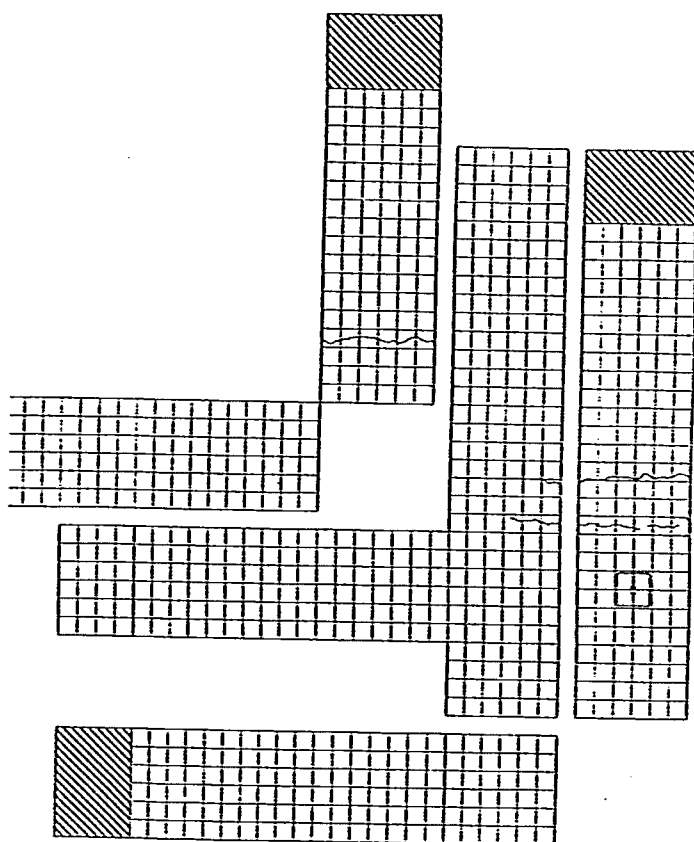
図-参. 3 (6) ひずみゲージ配置図 (CASE6)

II. 計測データ

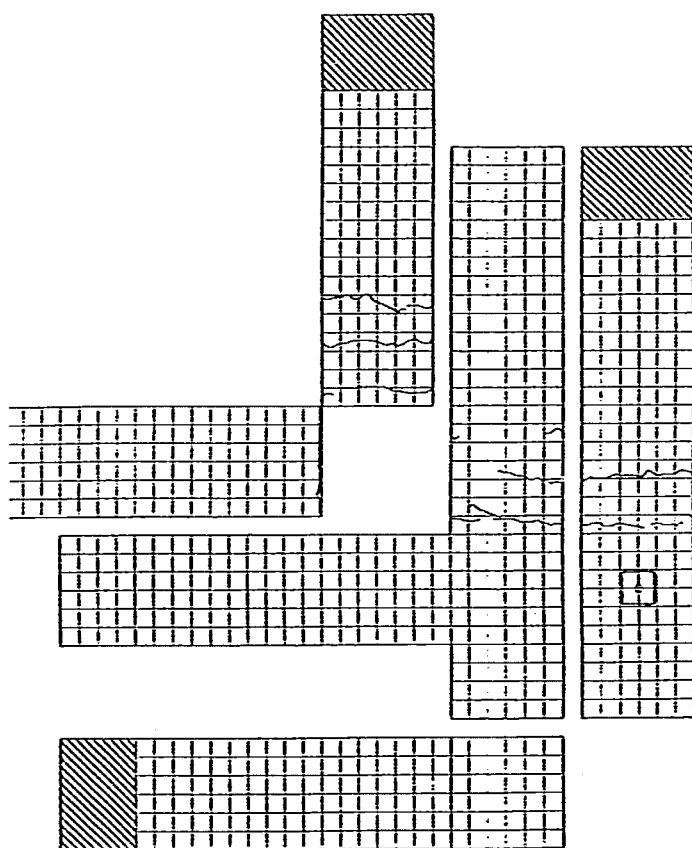
1. 供試体損傷状況



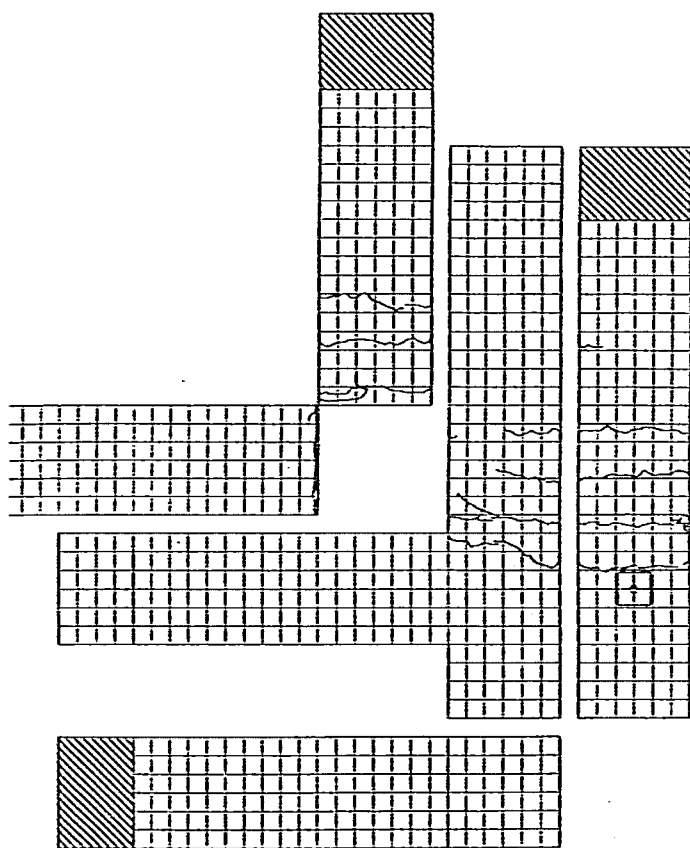
(予備載荷5.0mm)



(1 δy :6.2mm)

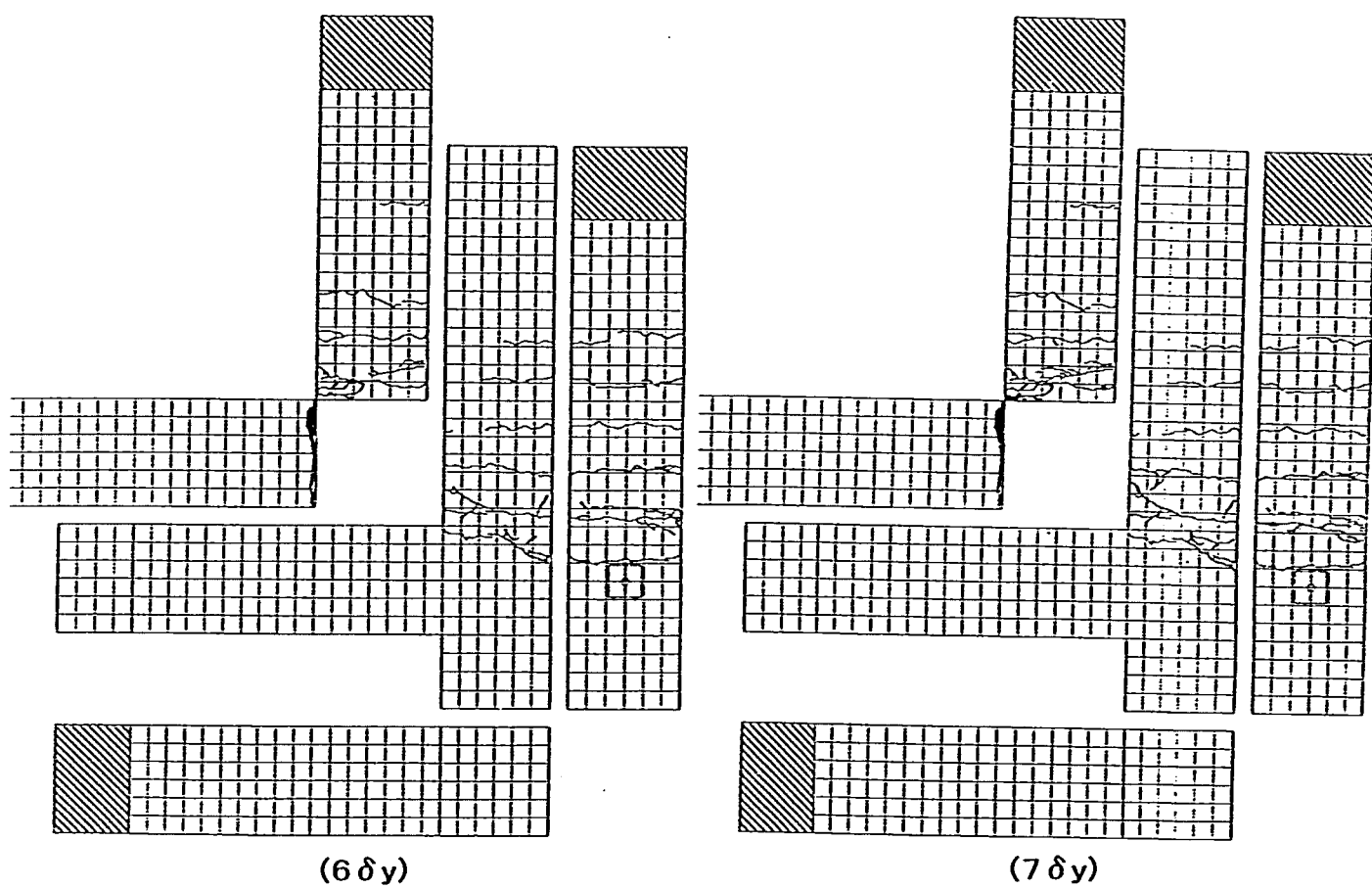
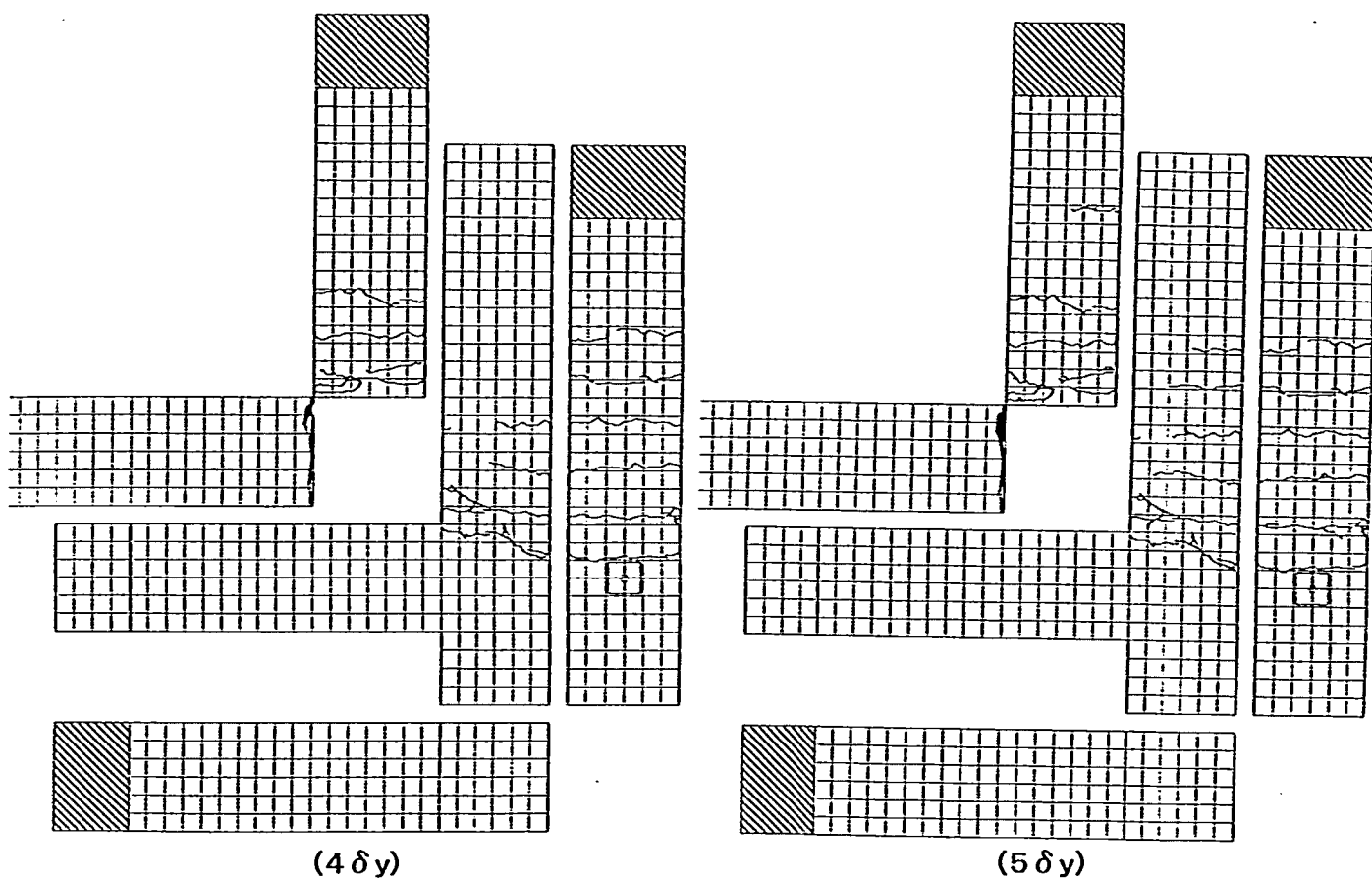


(2 δy)

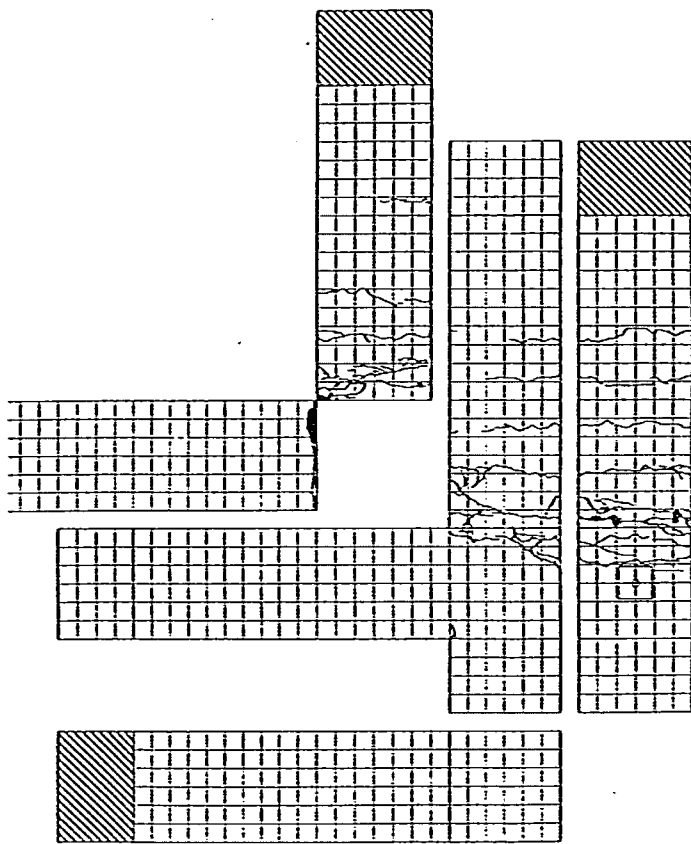


(3 δy)

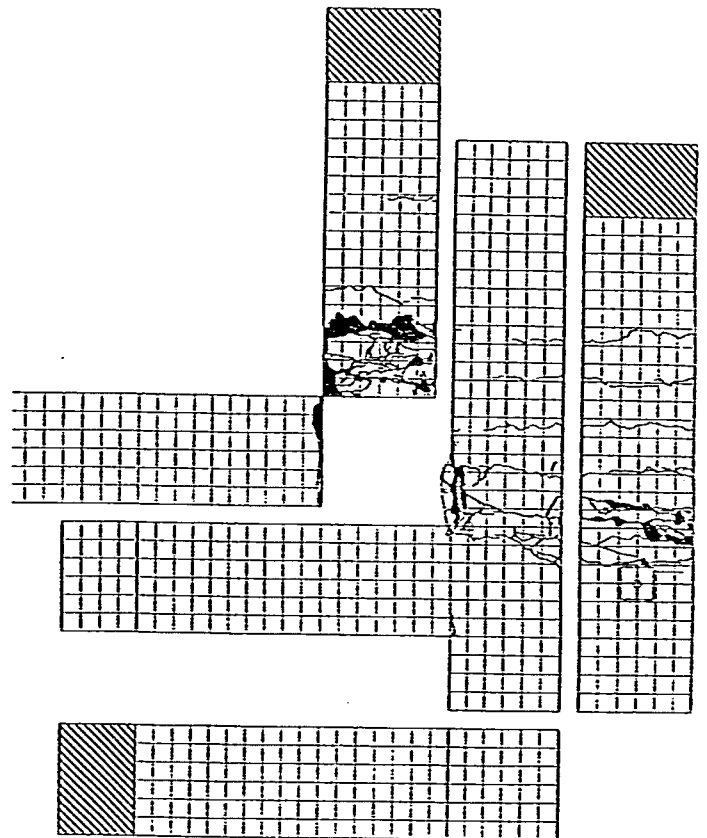
図一参. 4 (1) CASE1 供試体損傷状況 (1)



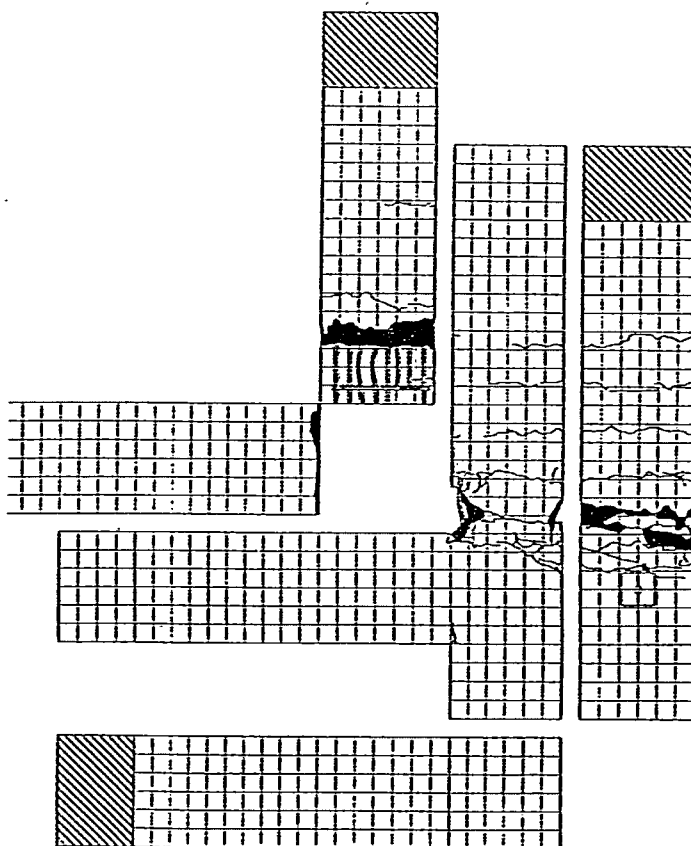
图一参. 4 (2) CASE1 供试体损伤状况 (2)



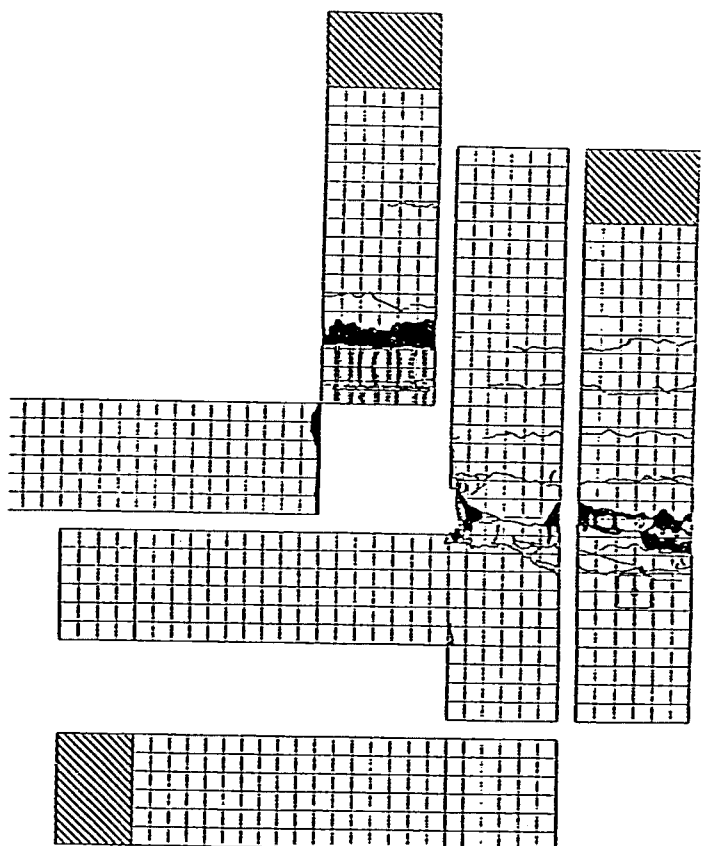
(8 δy)



(9 δy)

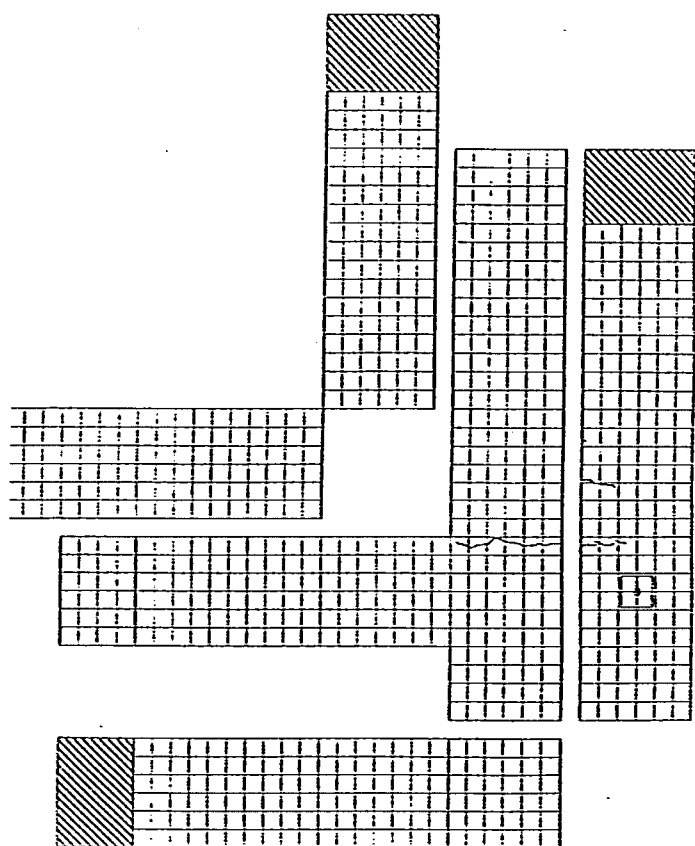


(10 δy)

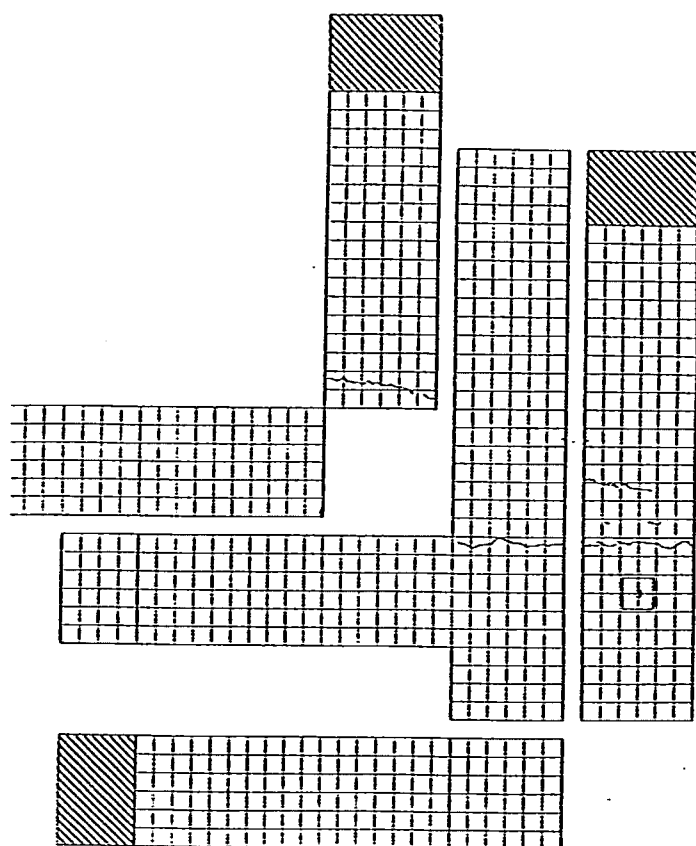


(11 δy)

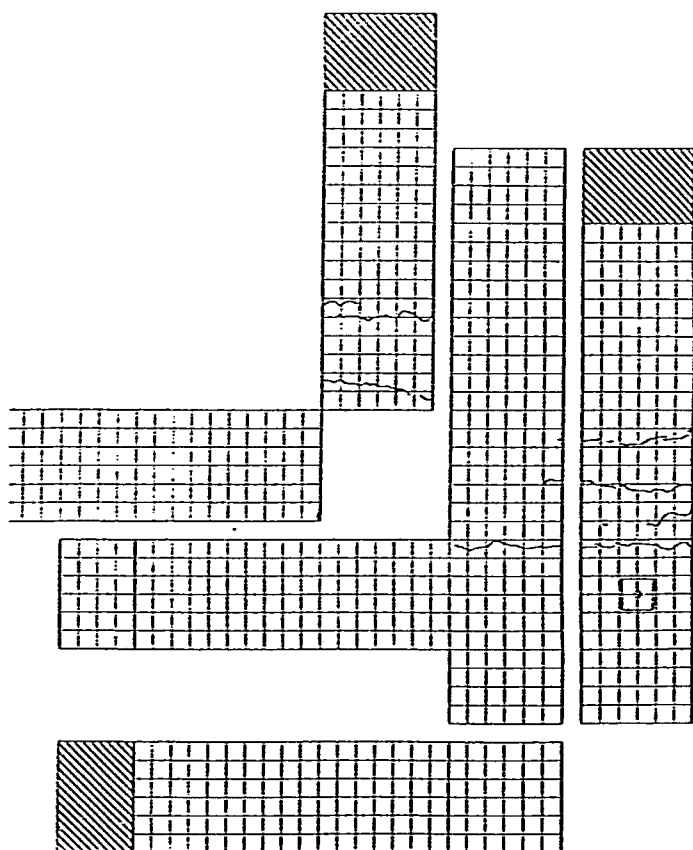
圖一參. 4 (3) CASE1 供試体損傷狀況 (3)



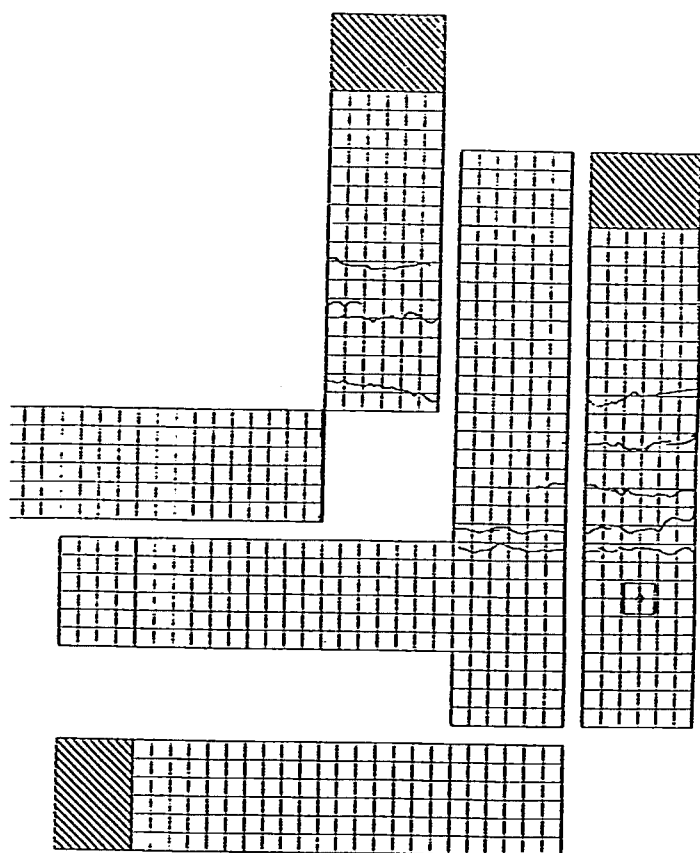
(予備載荷5.0mm)



(予備載荷6.2mm)



(1 δy :6.7mm)



(2 δy)

図一参. 5 (1) CASE2 供試体損傷状況 (1)

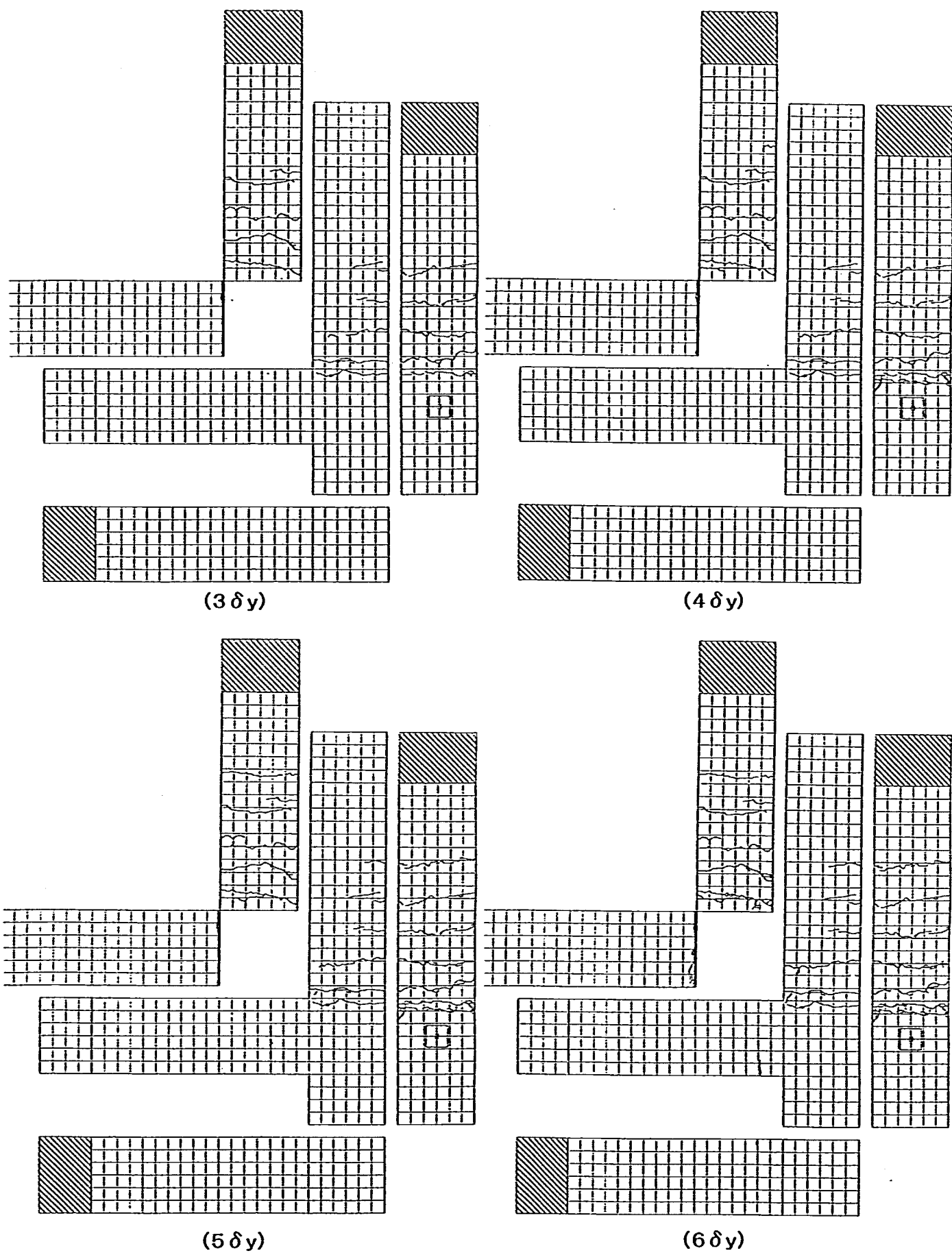
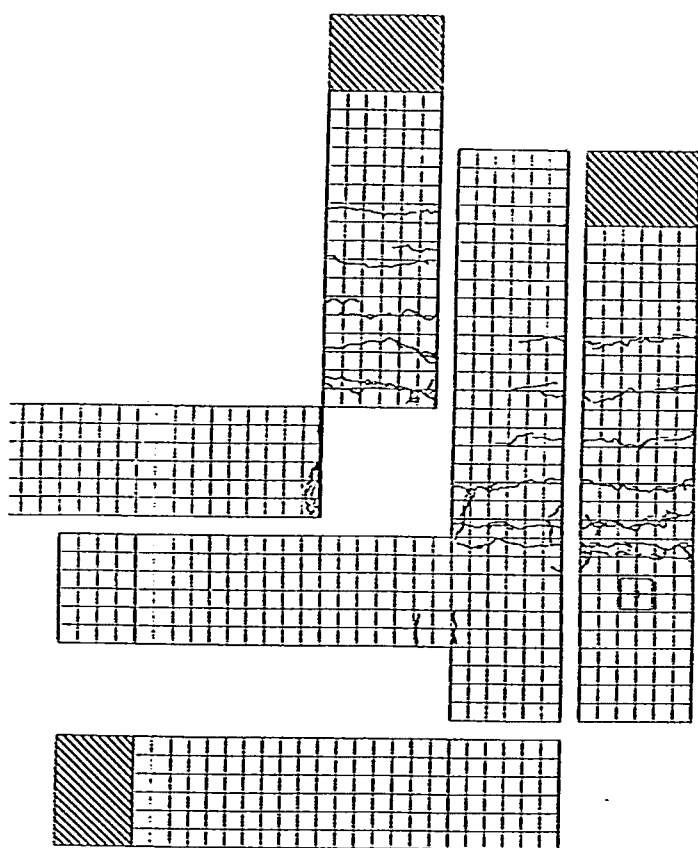
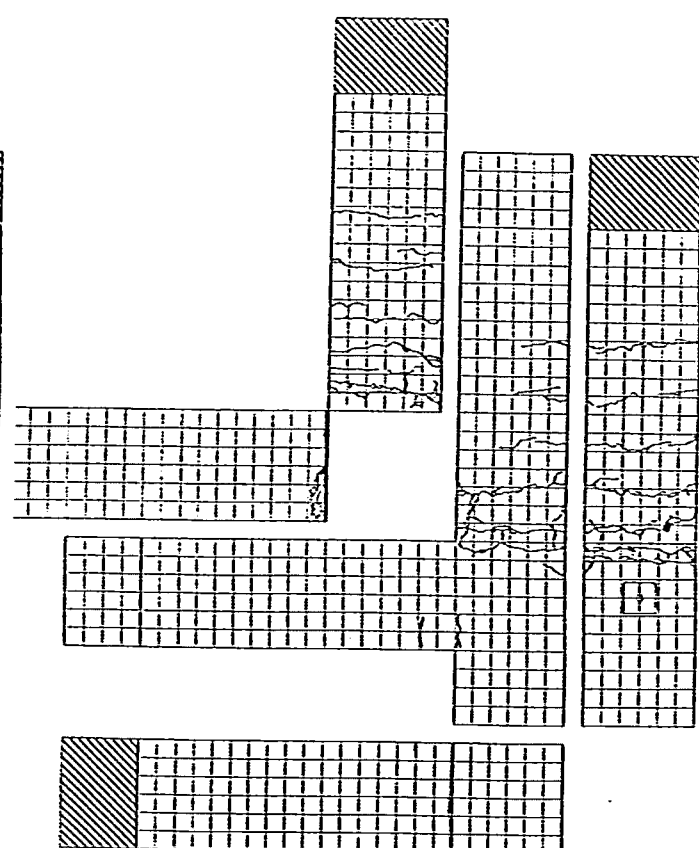


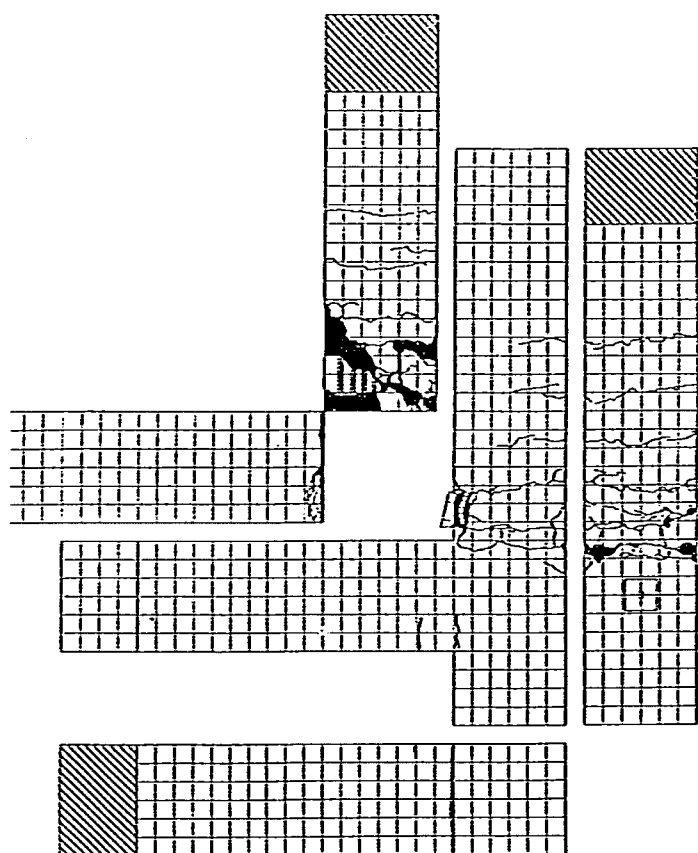
图-参. 5 (2) CASE2 供试体损伤状况 (2)



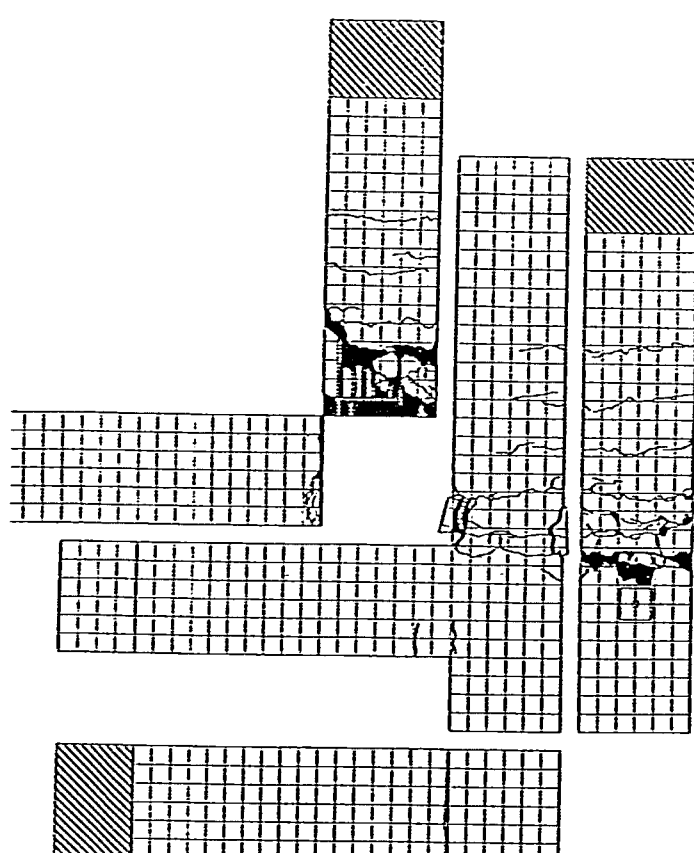
(7 δy)



(8 δy)

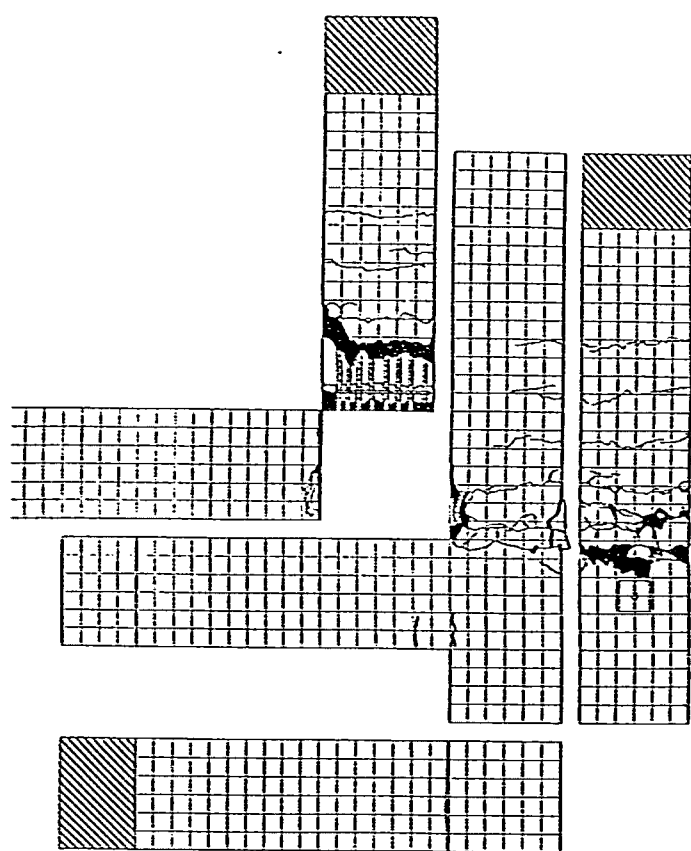


(9 δy)



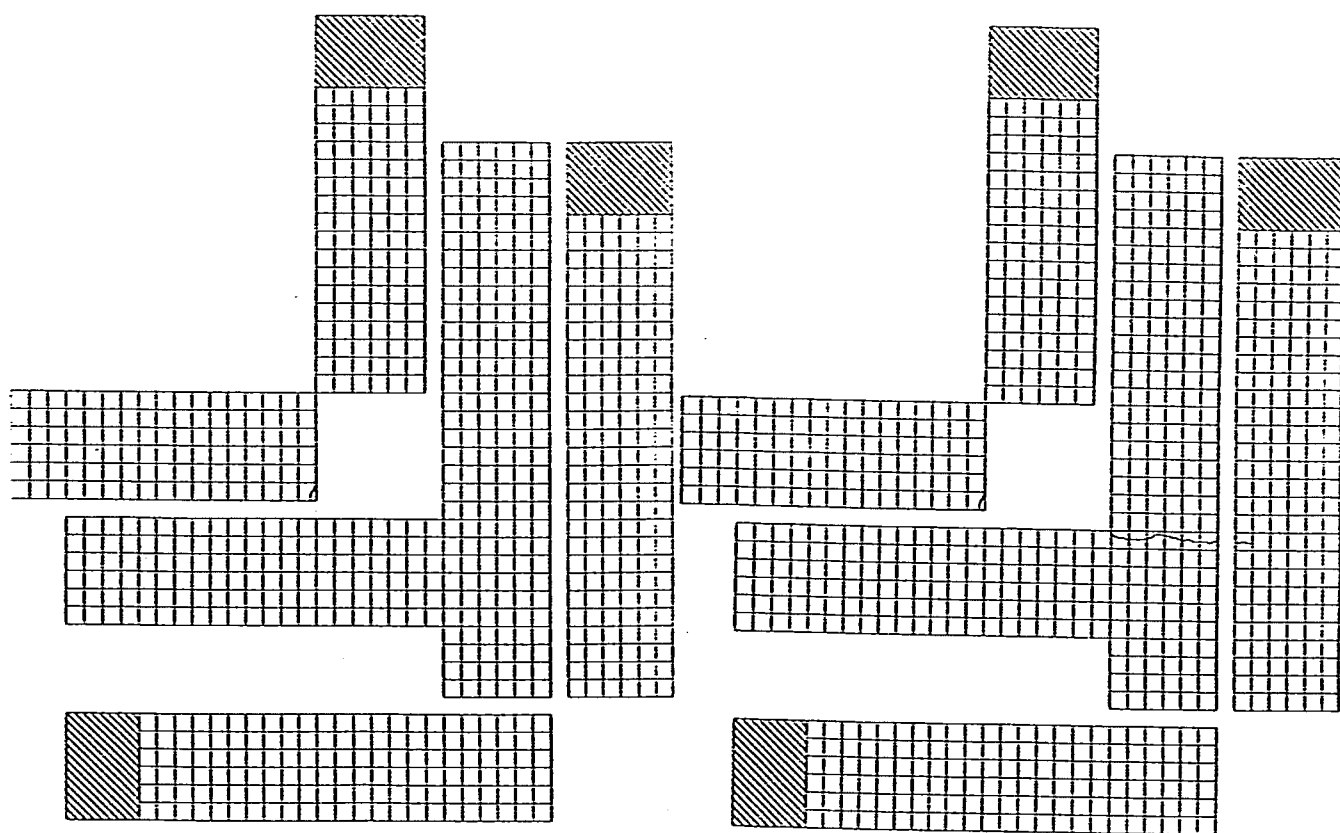
(10 δy)

圖-參. 5 (3) CASE2 供試体損傷狀況 (3)

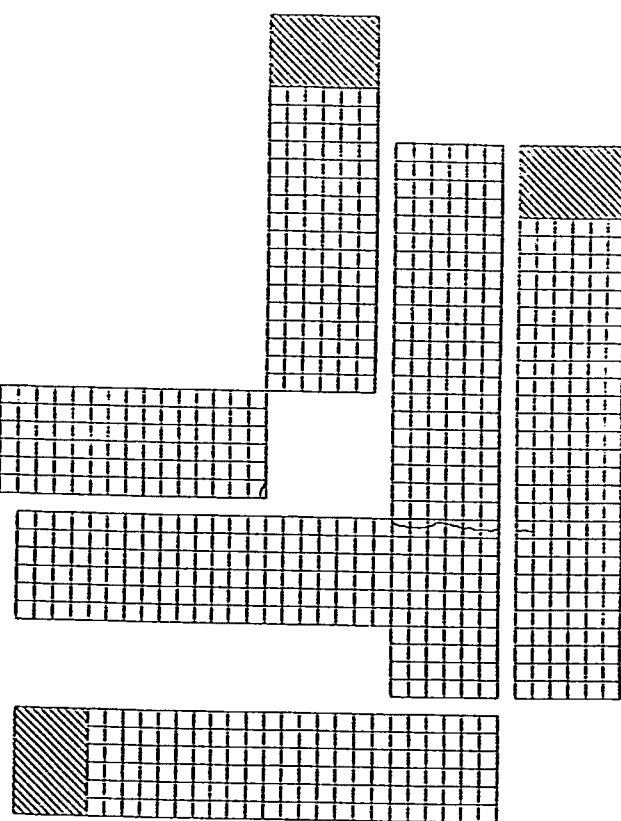


(11 δ_y)

图一参. 5 (4) CASE2 供試体損傷状況 (4)

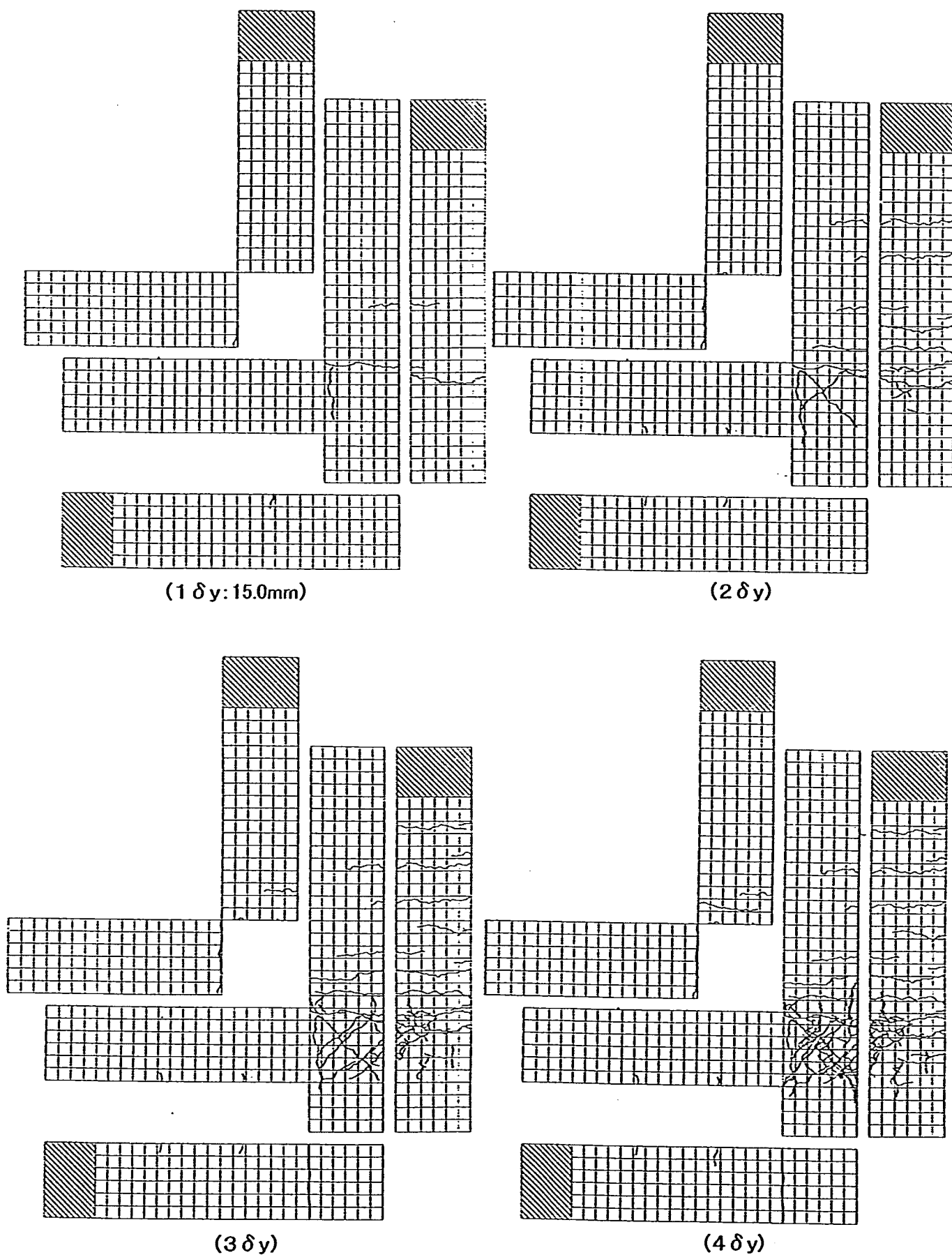


(予備載荷8.0mm)

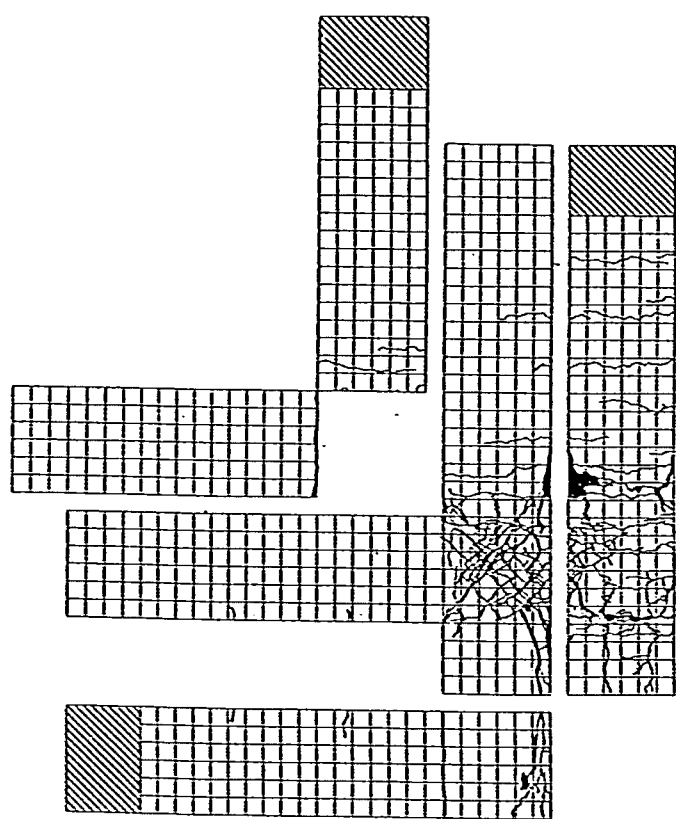


(予備載荷12.0mm)

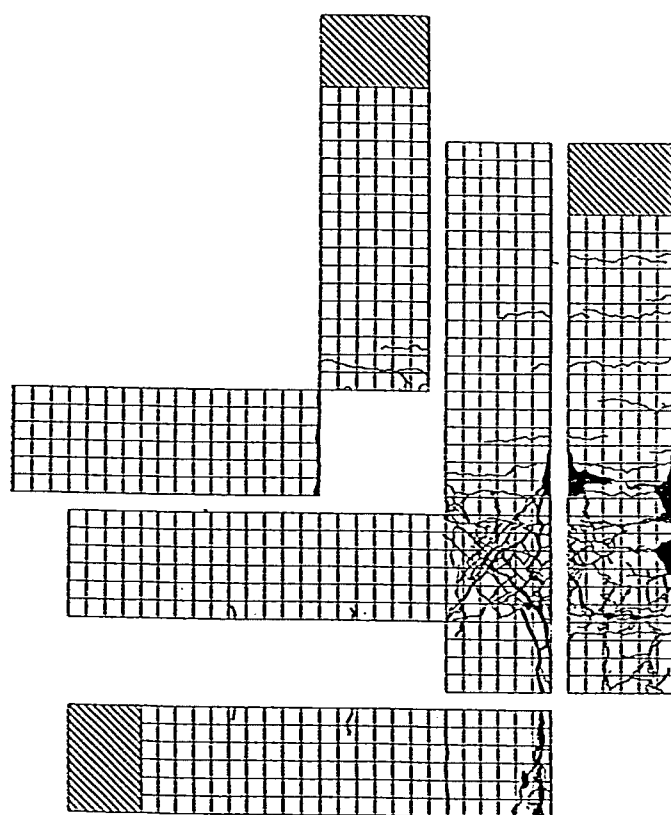
图一参. 6 (1) CASE3 供試体損傷状況 (1)



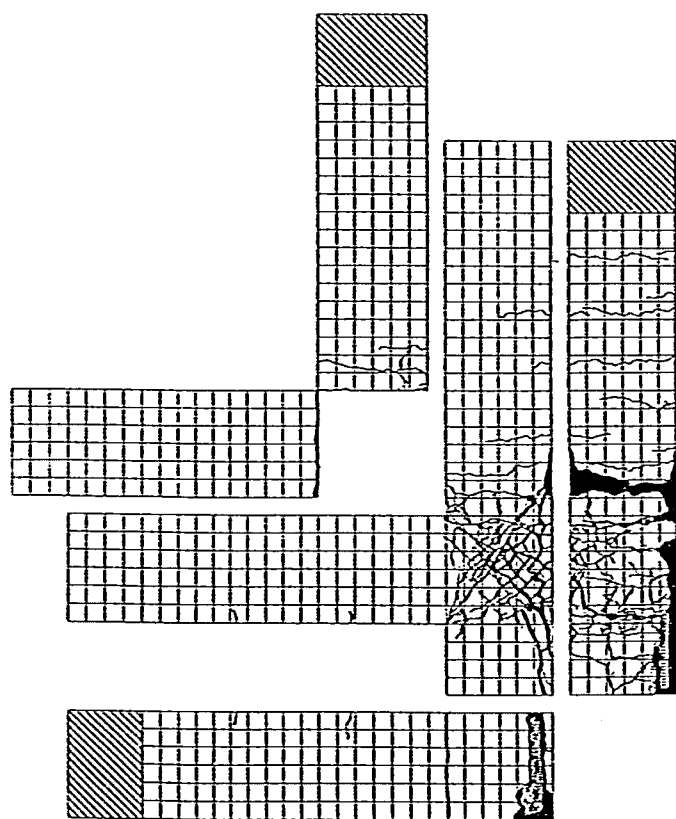
圖一參. 6 (2) CASE3 供試体損傷狀況 (2)



($5\delta y$)



($6\delta y$)



($7\delta y$)

圖-參. 6 (3) CASE3 供試體損傷狀況 (3)

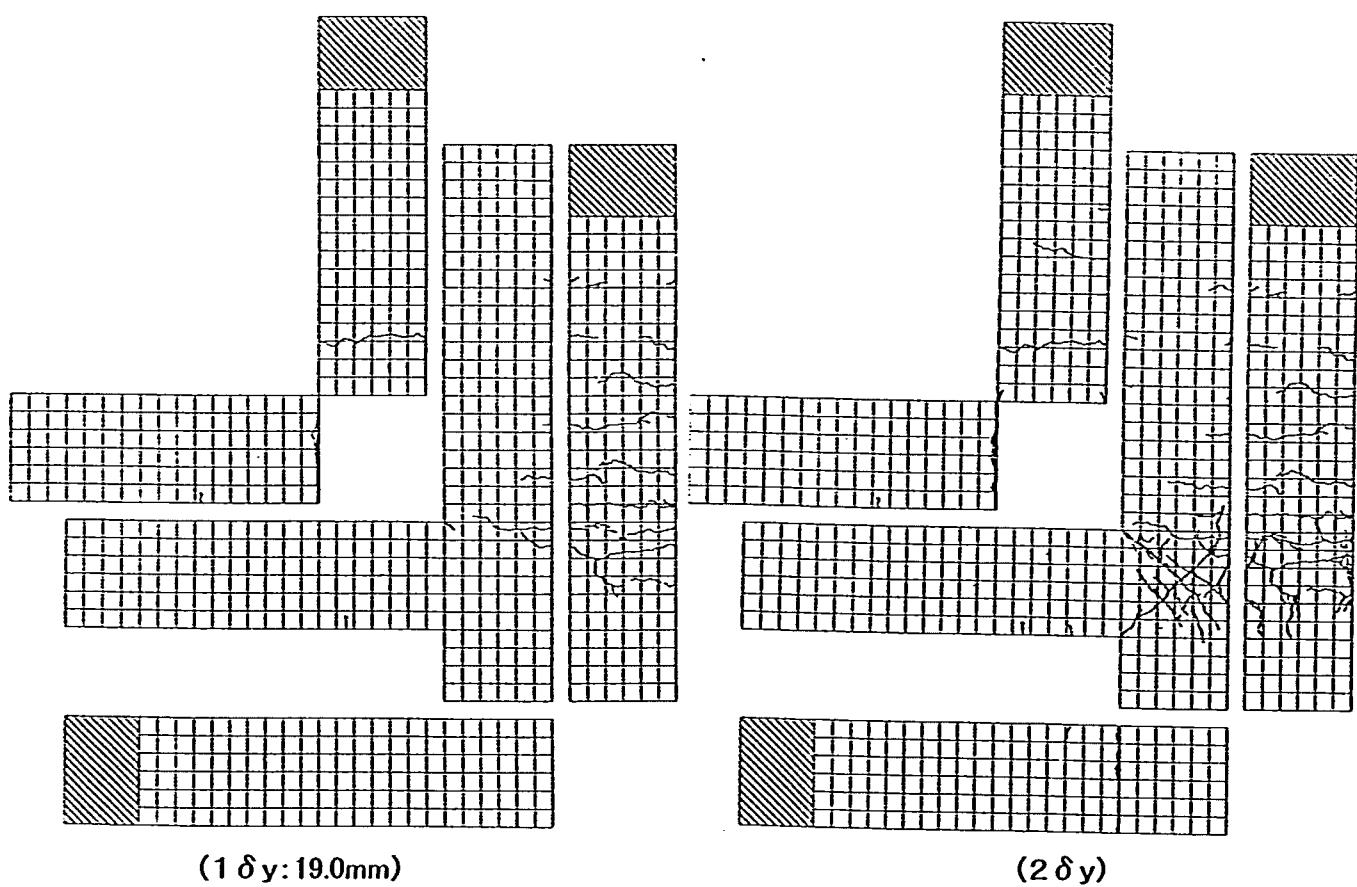
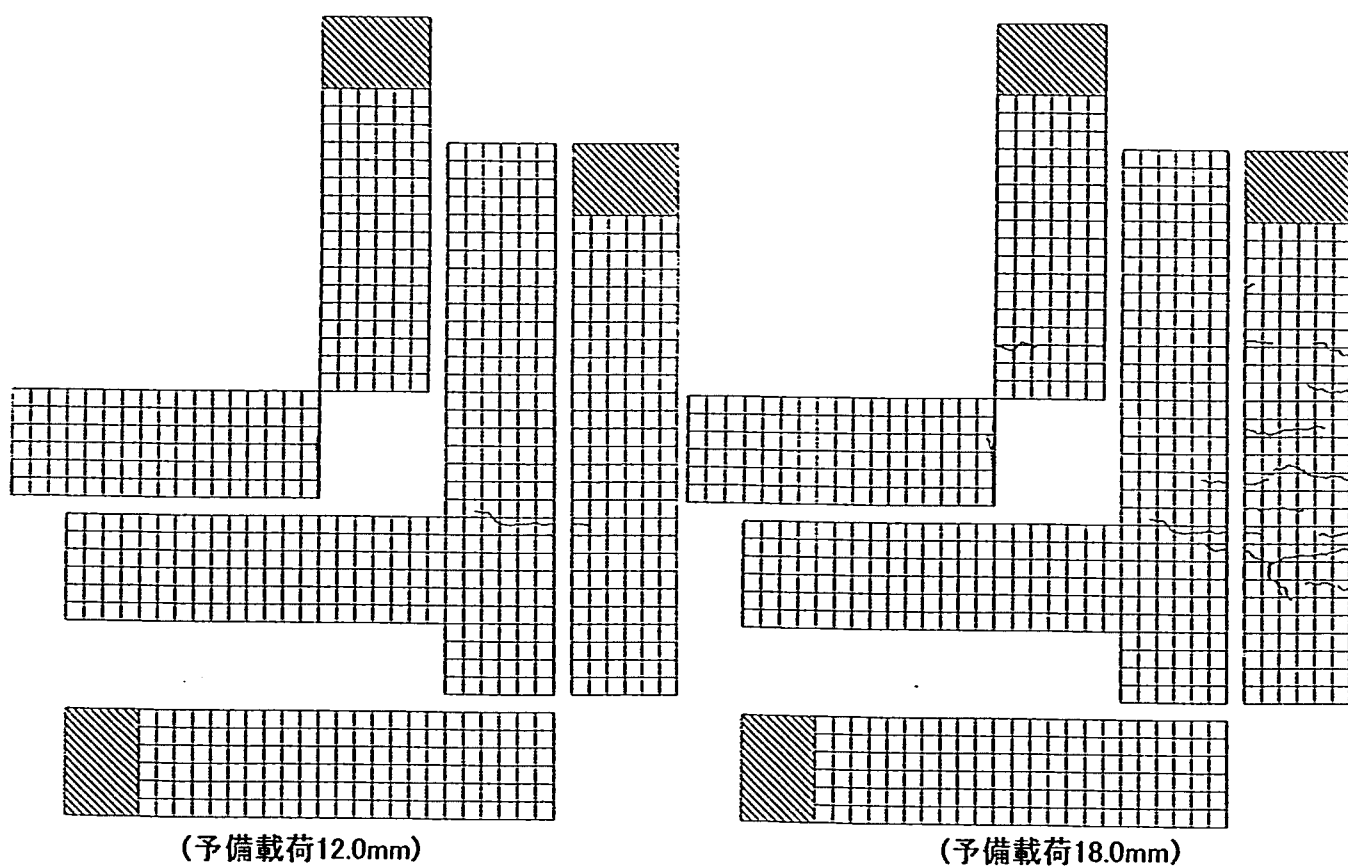
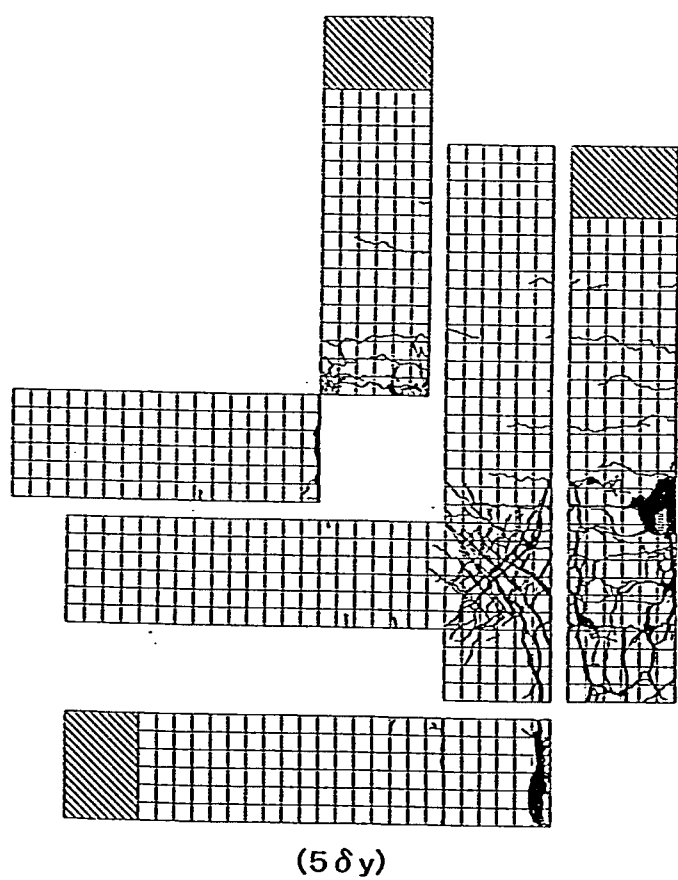
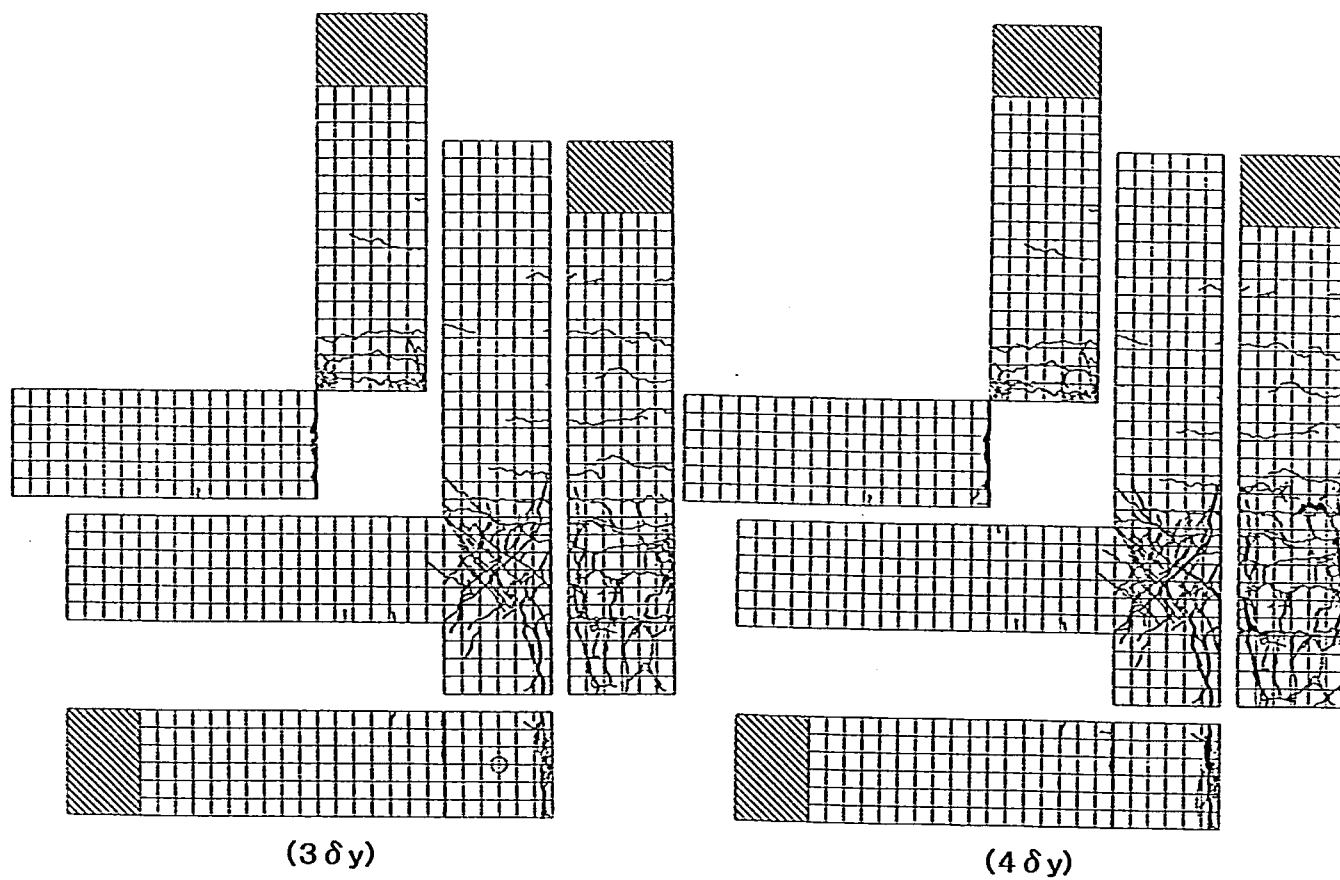
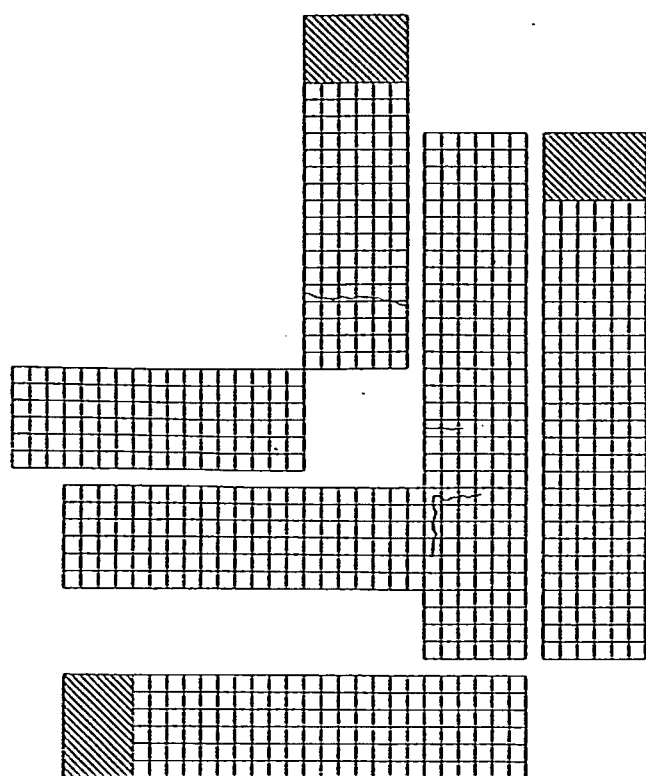


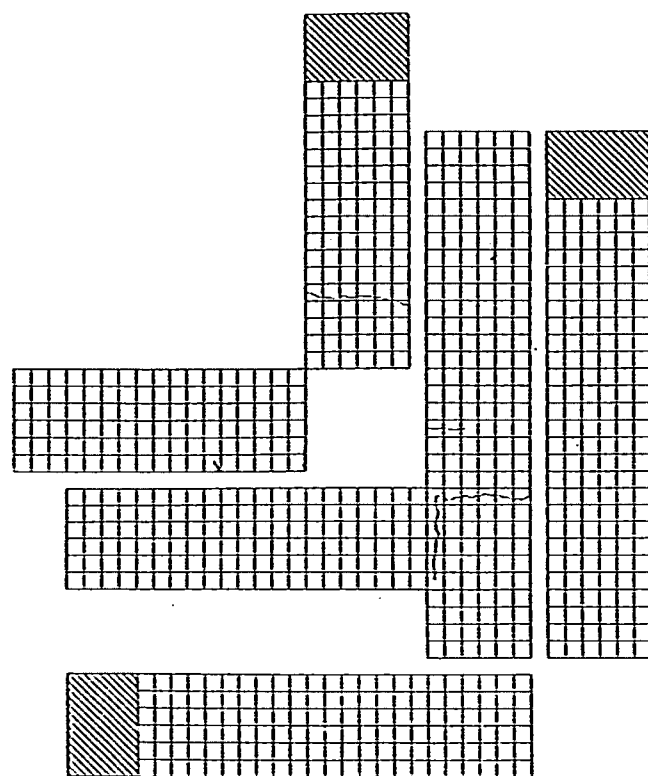
図-参. 7 (1) CASE4 供試体損傷状況 (1)



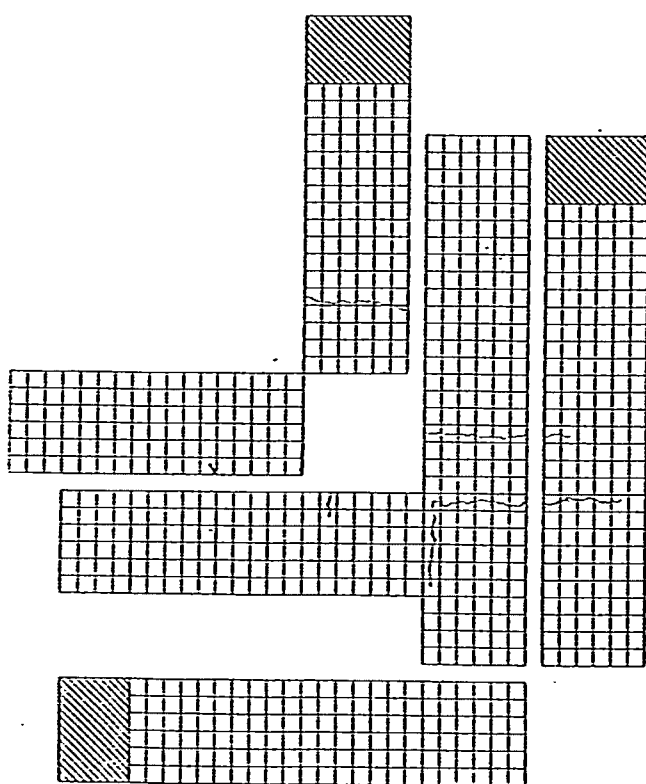
圖一參. 7 (2) CASE4 供試體損傷狀況 (2)



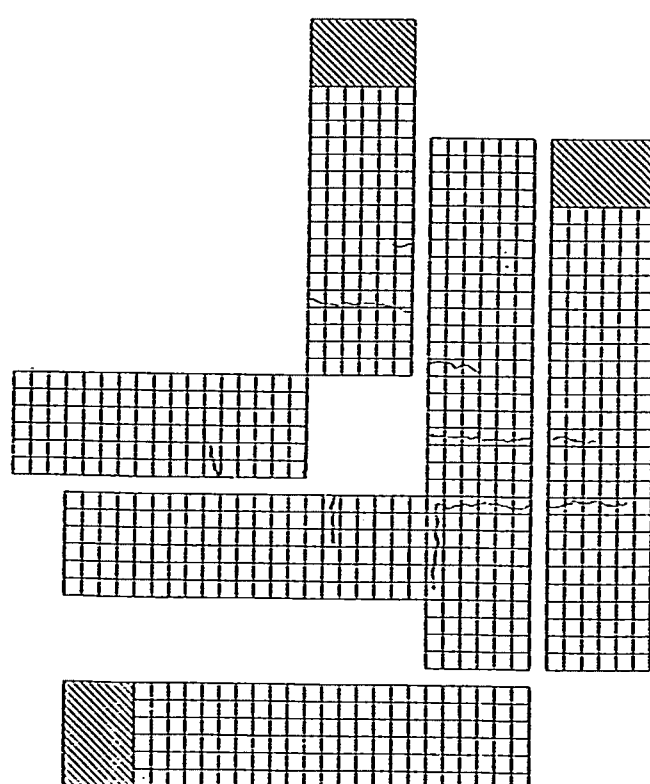
(予備載荷8.0mm)



(予備載荷10.0mm)

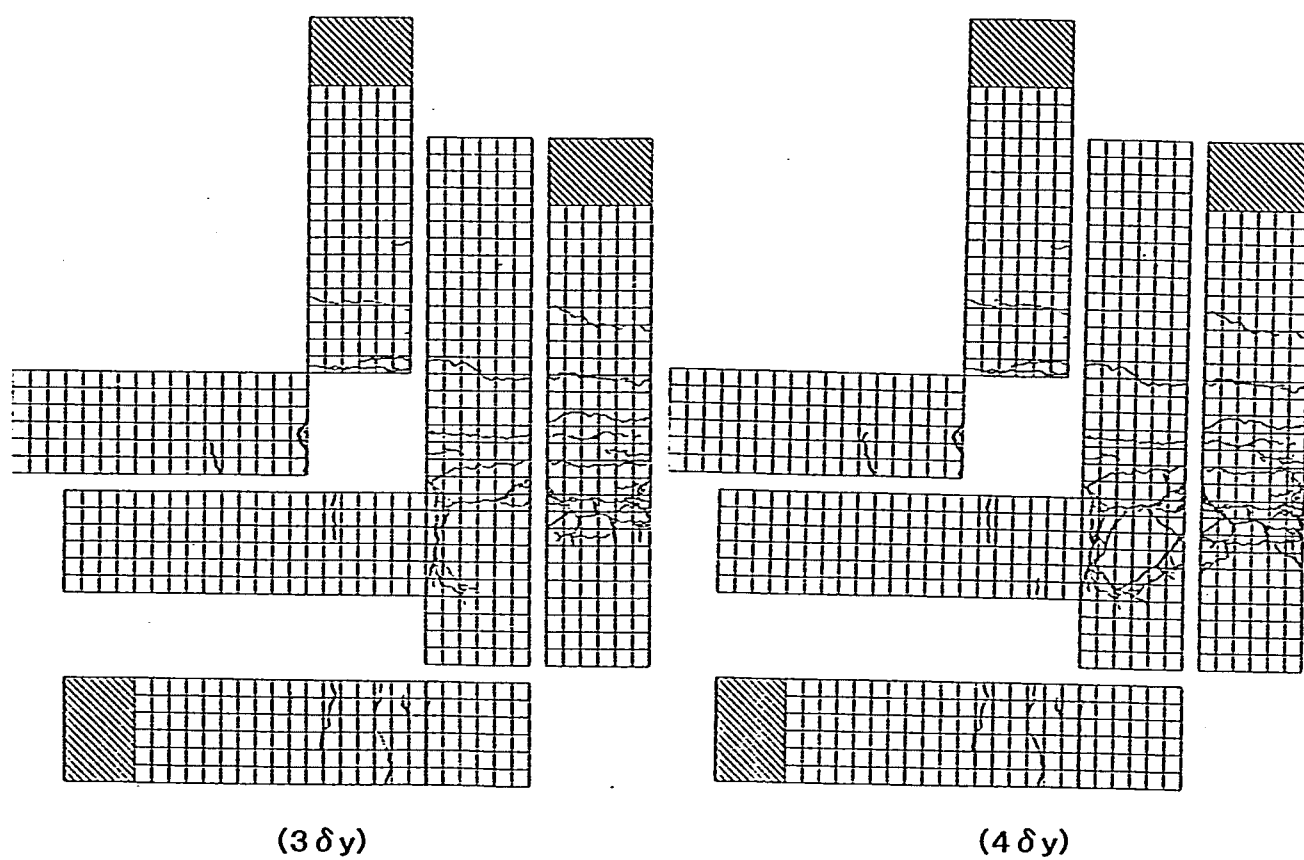
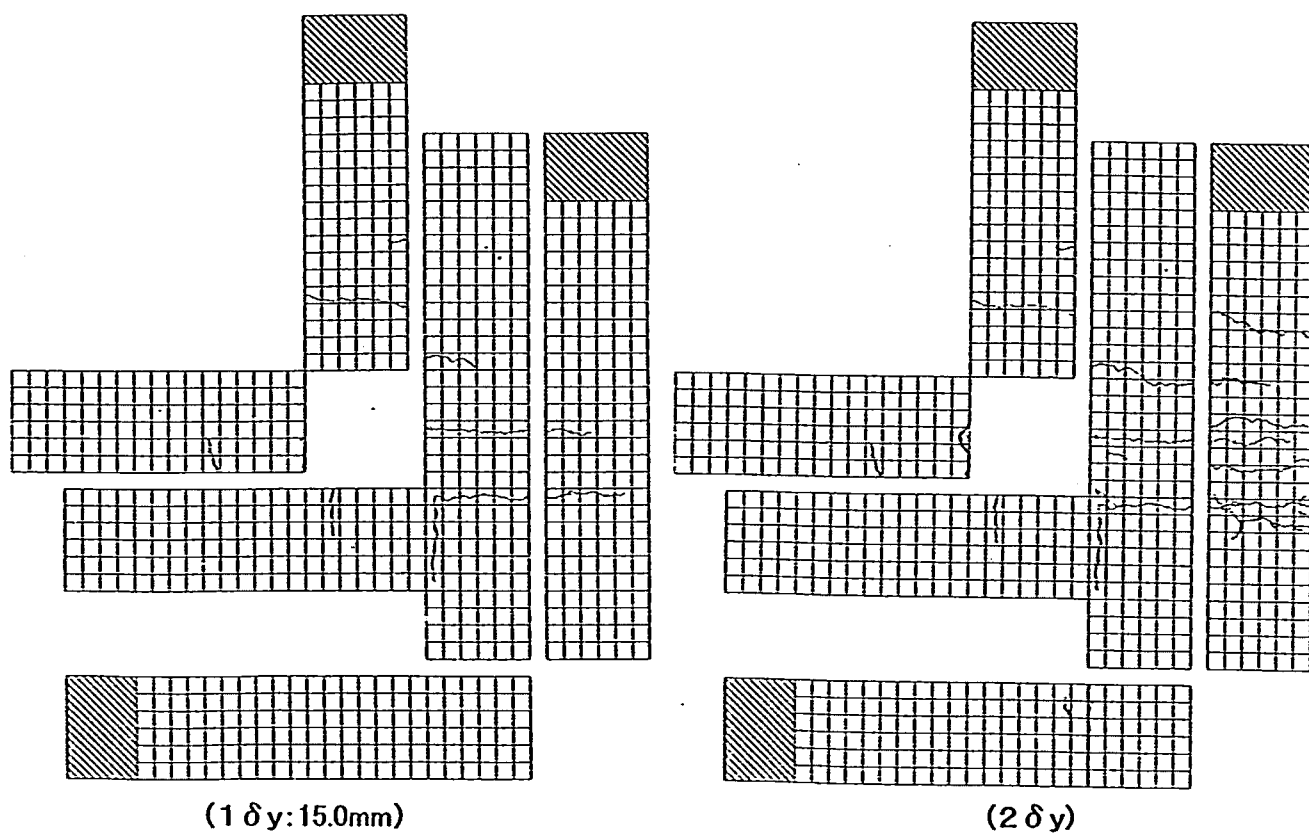


(予備載荷13.0mm)

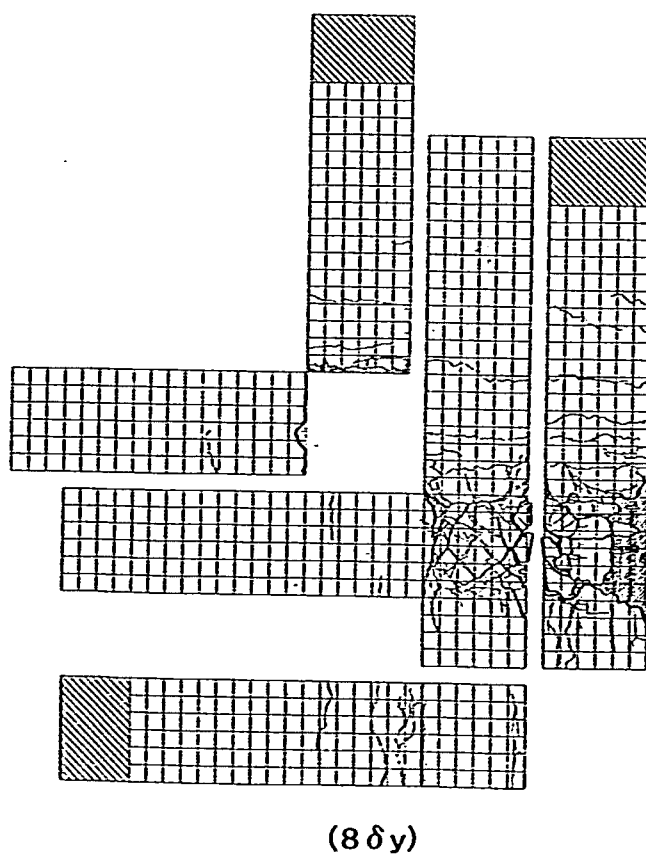
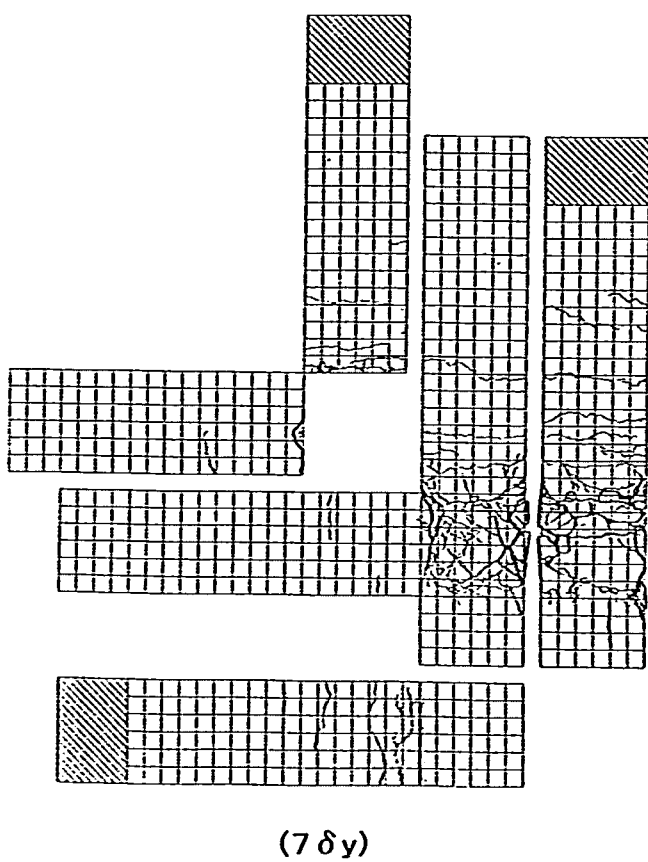
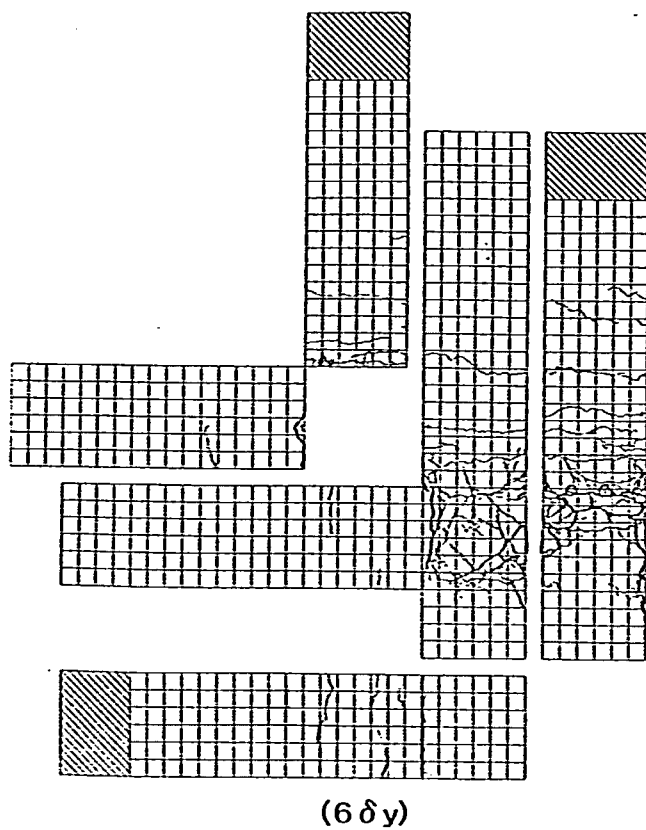
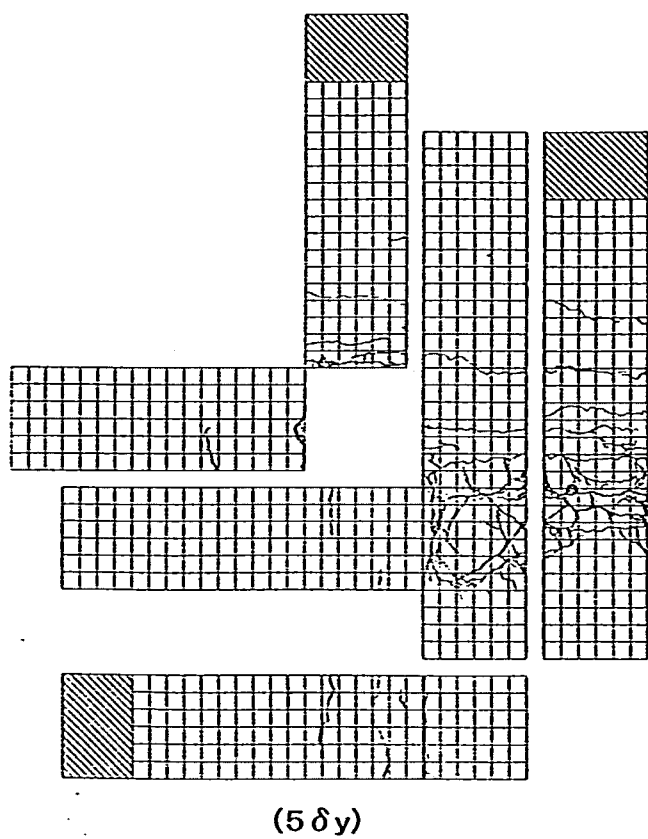


(予備載荷15.0mm)

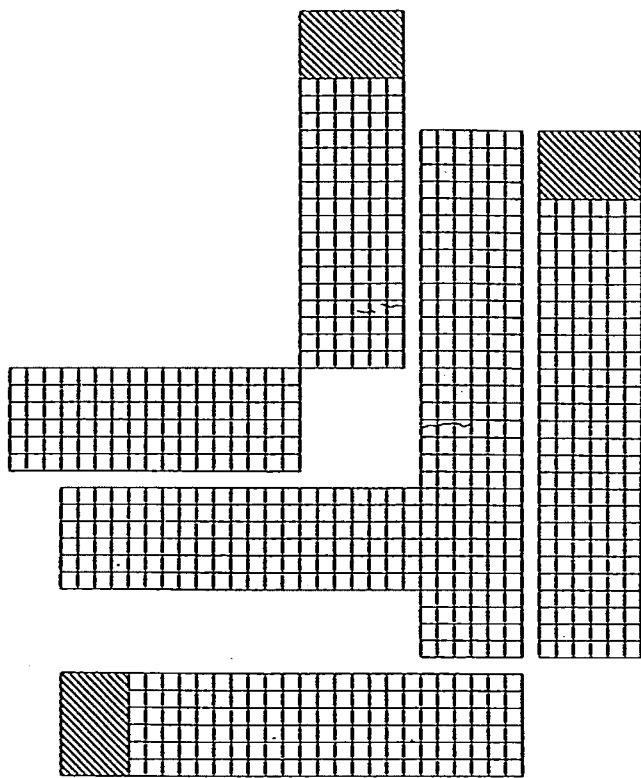
図一参. 8 (1) CASE5 供試体損傷状況 (1)



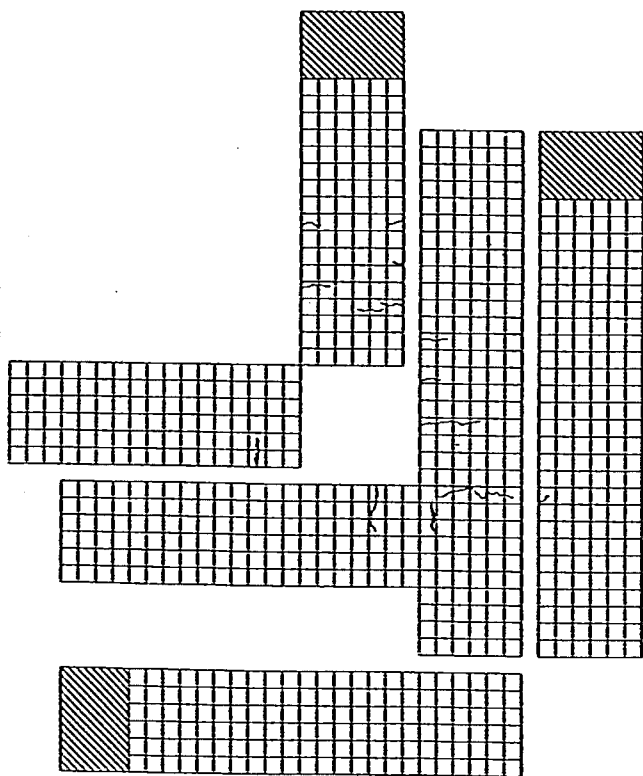
圖一參. 8 (2) CASE5 供試体損傷狀況 (2)



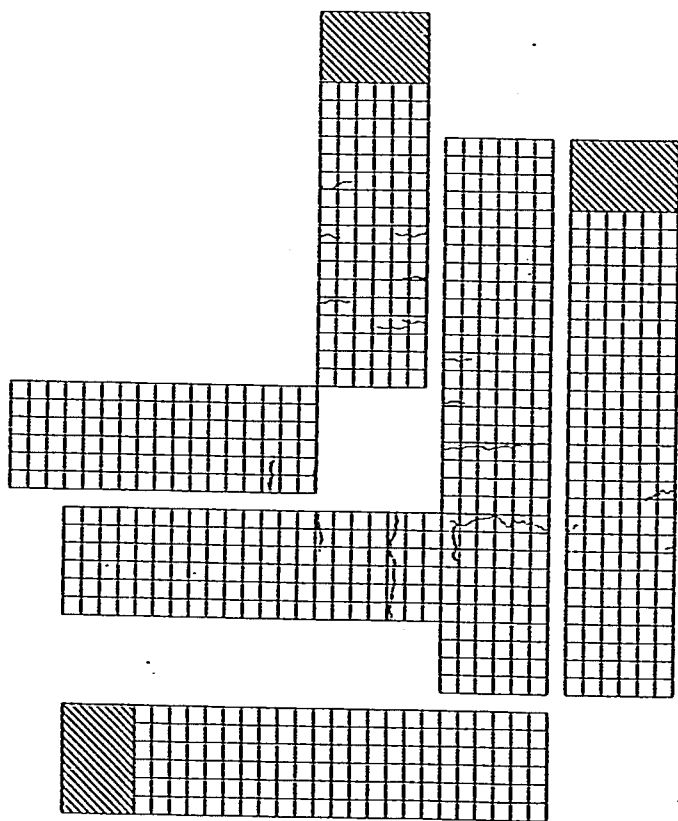
圖一參. 8 (3) CASE5 供試体損傷狀況 (3)



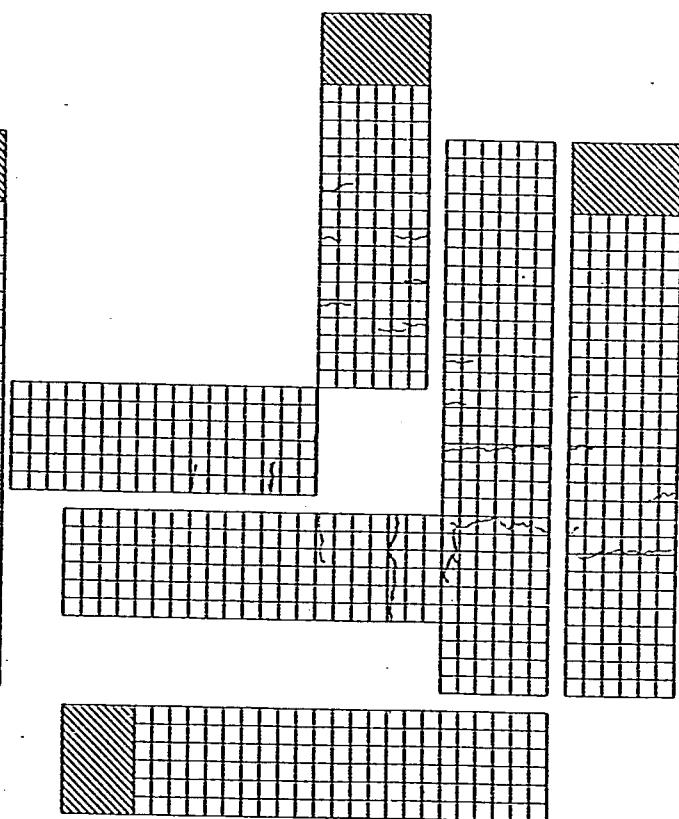
(予備載荷8.0mm)



(予備載荷12.0mm)



(予備載荷15.0mm)



(予備載荷17.0mm)

図一参. 9 (1) CASE6 供試体損傷状況 (1)

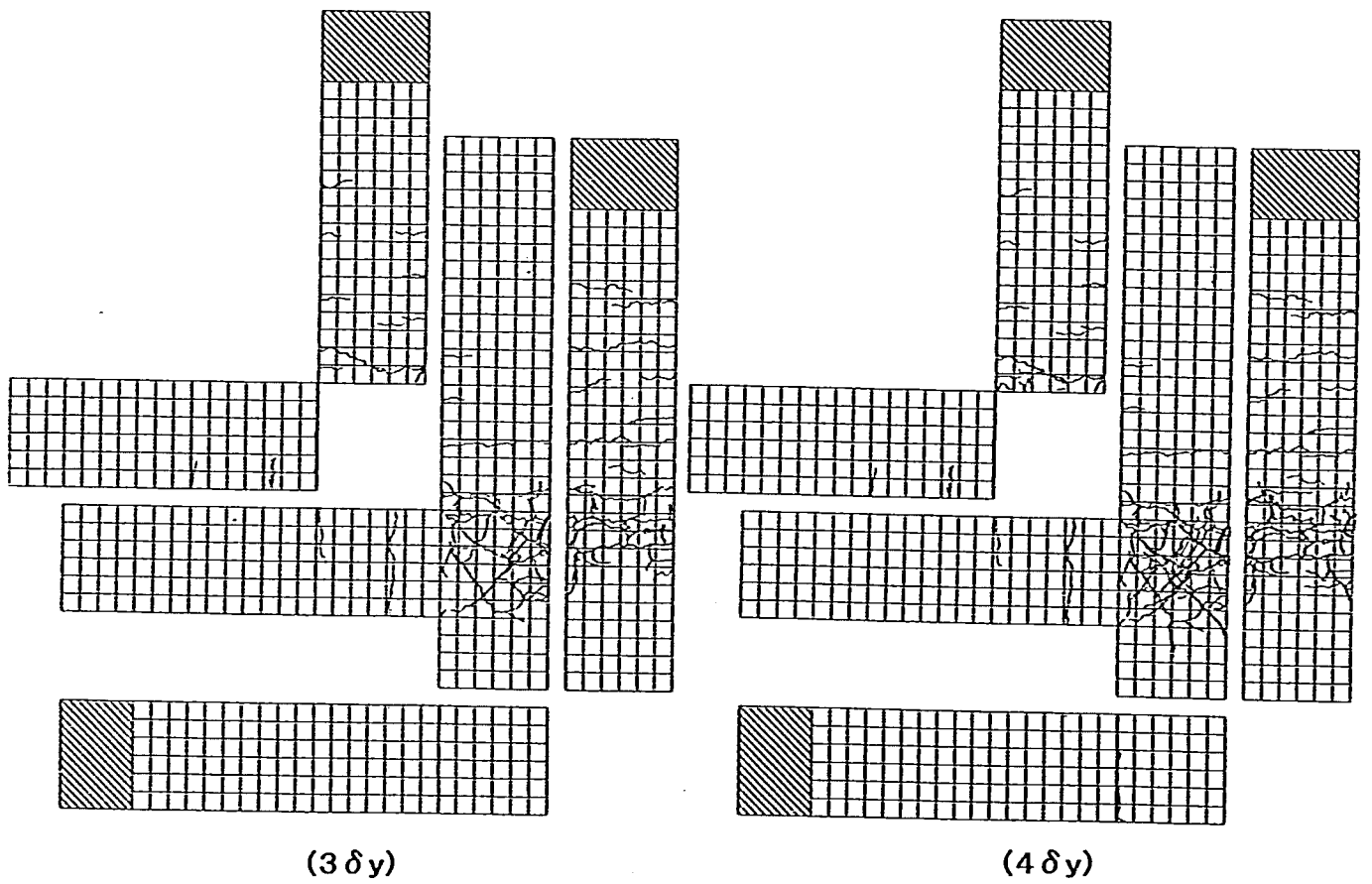
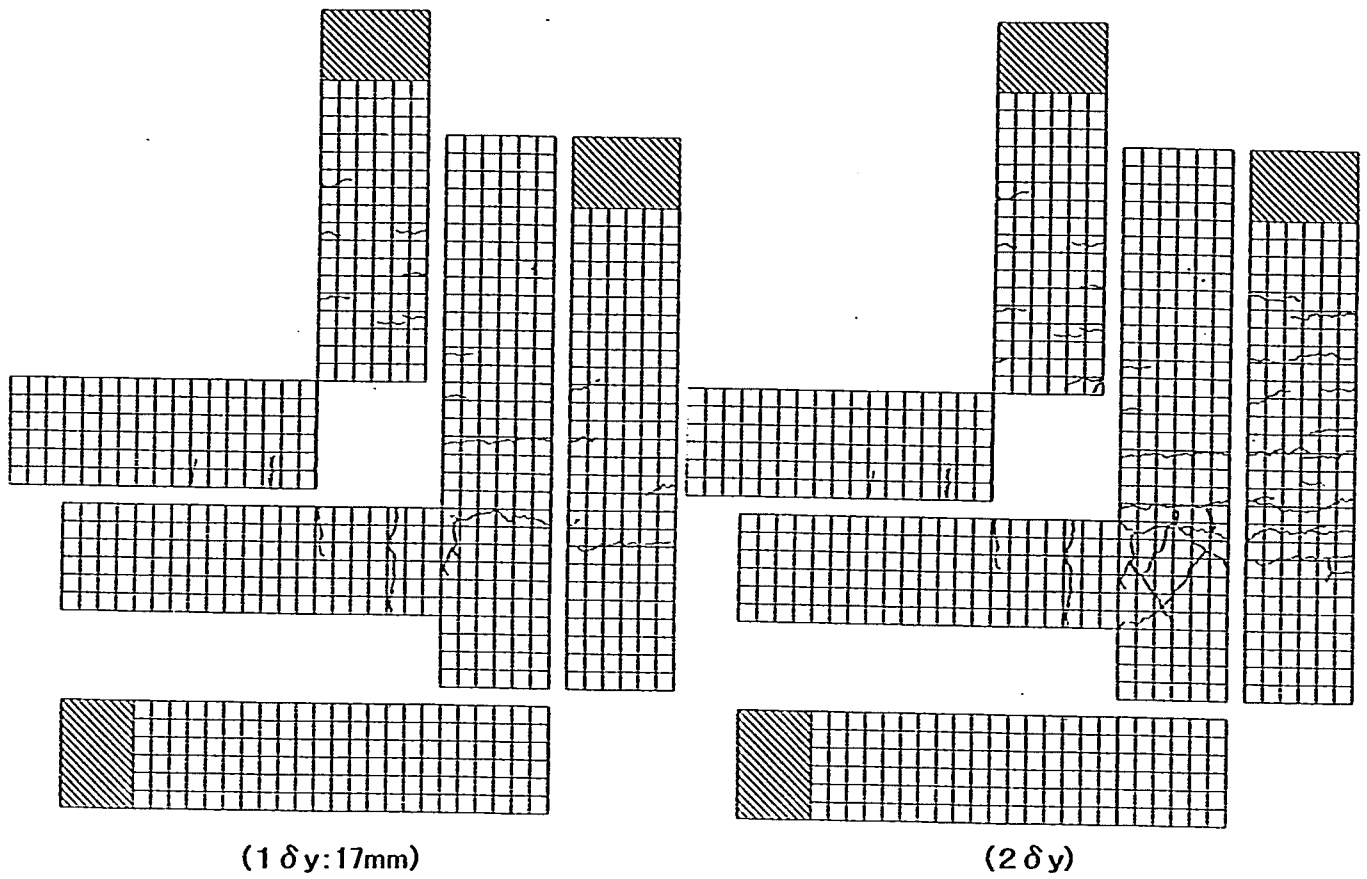
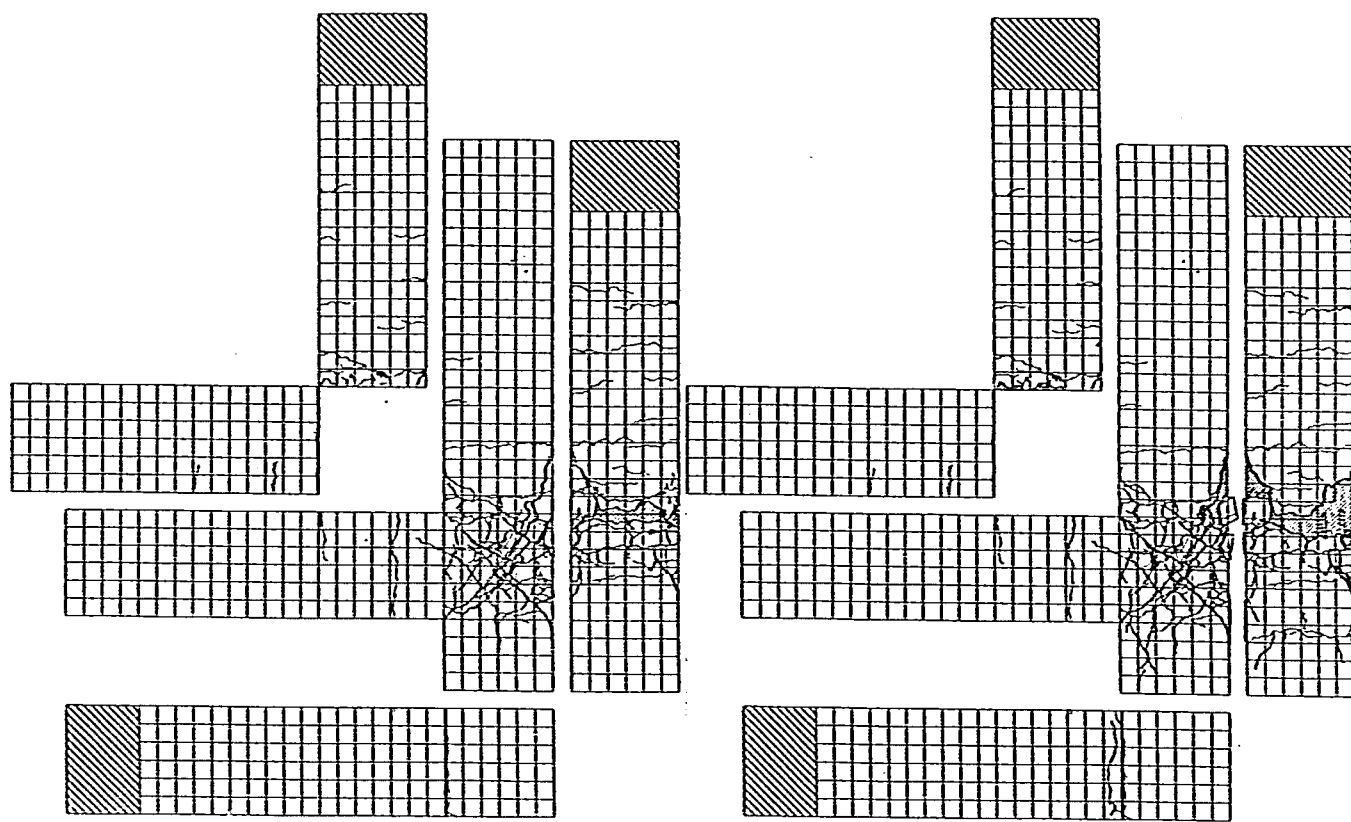
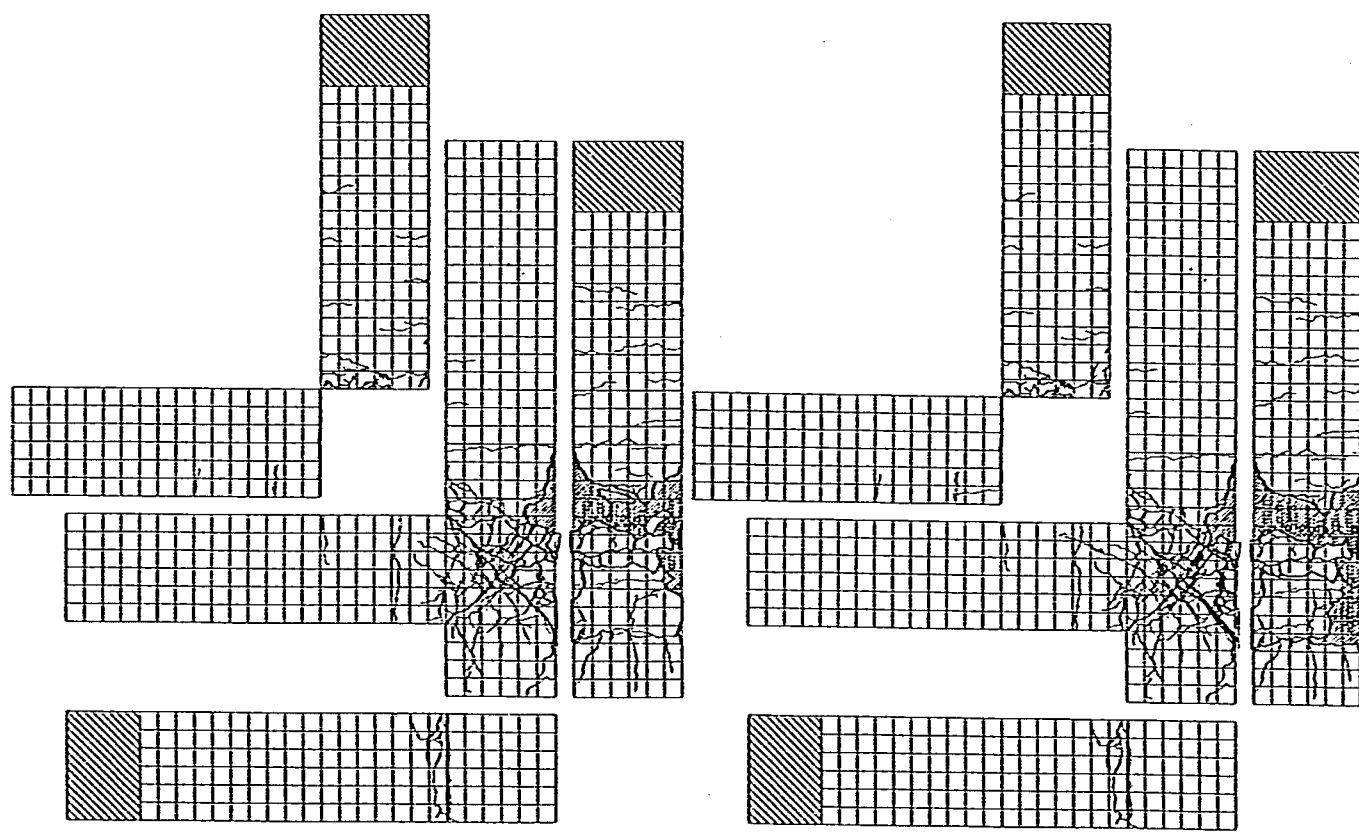


图-参. 9 (2) CASE6 供試体損傷状況 (2)



(5 δ_y)

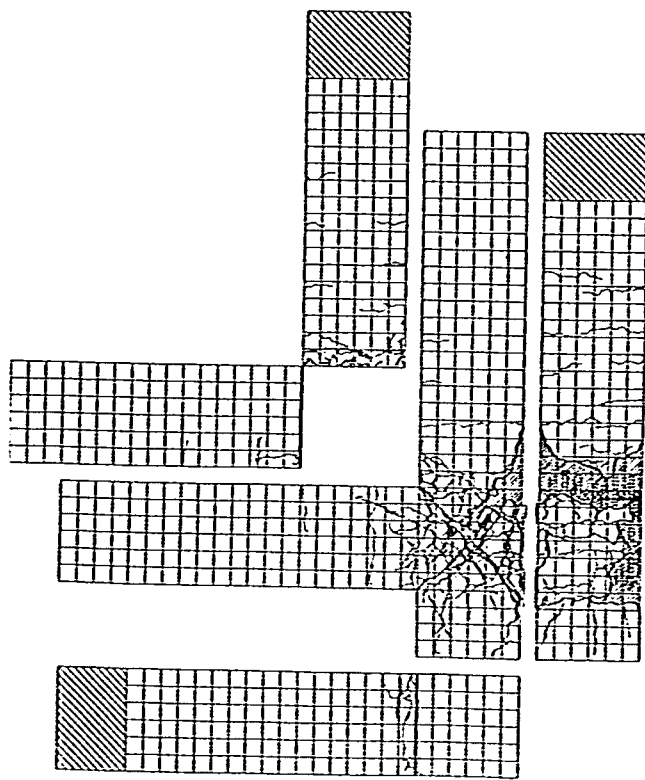
(6 δ_y)



(7 δ_y)

(8 δ_y)

圖一參. 9 (3) CASE6 供試體損傷狀況 (3)



(9 δy)

圖-參. 9 (4) CASE6 供試体損傷狀況 (4)

2. 計測最大値

表一参. 2(1) 支点間変位・隅角部変位測定結果 (CASE1)

載 荷		支点間変位 (mm)							
		DL1		DL2		DL3		(DL2)-(DL3)	
		+	-	+	-	+	-	+	-
予備載荷		4.26	-4.56	4.58	-5.22	-0.07	0.06	4.64	-5.27
1 δy	1波目	5.41	-5.76	5.73	-6.43	-0.07	0.06	5.80	-6.49
	2波目	5.50	-5.78	5.78	-6.43	-0.07	0.06	5.86	-6.48
	3波目	5.58	-5.73	5.79	-6.39	-0.08	0.06	5.87	-6.44
2 δy	1波目	11.45	-12.17	12.09	-12.81	-0.09	0.08	12.18	-12.88
	2波目	11.57	-12.09	12.04	-12.81	-0.09	0.08	12.13	-12.89
	3波目	11.62	-12.09	12.07	-12.84	-0.09	0.08	12.16	-12.91
3 δy	1波目	17.97	-18.54	18.34	-19.43	-0.10	0.08	18.44	-19.51
	2波目	18.05	-18.48	18.31	-19.41	-0.10	0.08	18.41	-19.49
	3波目	18.06	-18.54	18.30	-19.45	-0.10	0.08	18.40	-19.52
4 δy	1波目	24.09	-24.94	24.67	-25.89	-0.11	0.08	24.77	-25.97
	2波目	24.13	-24.94	24.68	-25.88	-0.10	0.08	24.79	-25.95
	3波目	24.13	-24.98	24.67	-25.82	-0.11	0.07	24.78	-25.89
5 δy	1波目	30.50	-31.36	31.07	-32.22	-0.11	0.08	31.18	-32.30
	2波目	30.50	-31.42	31.09	-32.20	-0.11	0.08	31.20	-32.28
	3波目	30.46	-31.40	31.06	-32.19	-0.11	0.08	31.16	-32.27
6 δy	1波目	36.92	-37.94	37.53	-38.58	-0.07	0.12	37.60	-38.70
	2波目	36.90	-37.86	37.57	-38.52	-0.07	0.12	37.64	-38.64
	3波目	36.86	-37.86	37.57	-38.48	-0.07	0.12	37.64	-38.60
7 δy	1波目	43.31	-44.47	44.02	-44.89	-0.07	0.12	44.09	-45.02
	2波目	43.21	-44.42	44.05	-44.87	-0.07	0.12	44.12	-44.99
	3波目	43.23	-44.42	44.03	-44.83	-0.07	0.12	44.10	-44.94
8 δy	1波目	49.48	-51.09	50.48	-51.35	-0.07	0.12	50.55	-51.47
	2波目	49.43	-51.09	50.50	-51.39	-0.07	0.12	50.57	-51.51
	3波目	49.33	-51.18	50.50	-51.40	-0.06	0.12	50.57	-51.52
9 δy	1波目	55.63	-57.53	56.97	-57.81	-0.06	0.12	57.04	-57.92
	2波目	55.47	-57.68	57.01	-57.85	-0.06	0.12	57.07	-57.97
	3波目	56.60	-57.87	57.00	-57.89	-0.05	0.10	57.05	-57.98
10 δy	1波目	62.24	-64.35	63.48	-64.47	-0.05	0.09	63.54	-64.56
	2波目	62.41	-64.50	63.52	-64.46	-0.04	0.09	63.56	-64.54
	3波目	62.48	-64.53	63.52	-64.46	-0.04	0.09	63.56	-64.54
11 δy	1波目	68.77	-70.75	69.96	-70.67	-0.04	0.09	70.00	-70.76
	2波目	69.04	-70.81	69.96	-70.73	-0.03	0.09	70.00	-70.82
	3波目	68.90	-70.86	69.96	-70.74	-0.03	0.09	69.99	-70.82

表一参. 2(2) 支点間変位・隅角部変位測定結果 (CASE2)

載 荷		支点間変位 (mm)								隅角部変位 (mm)			
		DL1		DL2		DL3		(DL2)-(DL3)		C-1		C-2	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
予備載荷		3.96	-4.81	4.53	-5.04	-0.07	0.07	4.59	-5.11	1.03	0.96	0.06	-0.16
予備載荷		5.09	-6.01	5.60	-6.28	-0.07	0.07	5.68	-6.35	1.04	0.95	0.08	-0.26
1 δy	1波目	5.61	-6.55	6.15	-6.76	-0.07	0.07	6.21	-6.83	1.05	0.95	0.03	-0.23
	2波目	5.46	-6.66	6.07	-6.82	-0.07	0.06	6.14	-6.89	1.13	0.94	0.14	-0.16
	3波目	5.58	-6.68	6.14	-6.82	-0.07	0.06	6.21	-6.89	1.13	0.95	0.14	-0.16
2 δy	1波目	12.20	-13.09	12.95	-13.68	-0.11	0.07	13.06	-13.74	1.14	-5.82	0.14	-0.30
	2波目	12.32	-13.18	12.94	-13.74	-0.11	0.07	13.04	-13.80	1.13	-0.10	0.14	-0.32
	3波目	12.34	-13.22	12.93	-13.77	-0.10	0.06	13.03	-13.83	1.13	0.74	0.14	-0.33
3 δy	1波目	18.94	-19.90	19.80	-20.57	-0.11	0.07	19.91	-20.63	1.12	0.73	0.09	-1.25
	2波目	19.07	-19.92	19.80	-20.58	-0.11	0.07	19.90	-20.65	1.13	0.73	-0.19	-1.46
	3波目	19.04	-19.92	19.75	-20.57	-0.10	0.07	19.85	-20.64	1.13	0.70	-0.19	-1.52
4 δy	1波目	25.83	-26.79	26.47	-27.43	-0.11	0.07	26.57	-27.50	1.13	0.63	-0.29	-2.55
	2波目	25.87	-26.79	26.53	-27.40	-0.10	0.07	26.63	-27.47	1.13	0.63	-0.37	-2.63
	3波目	25.93	-26.77	26.51	-27.39	-0.10	0.07	26.61	-27.46	1.13	0.62	-0.41	-2.64
5 δy	1波目	32.48	-33.98	33.35	-34.30	-0.11	0.07	33.45	-34.37	1.12	0.62	-0.52	-3.39
	2波目	32.65	-33.94	33.38	-34.32	-0.11	0.07	33.49	-34.39	1.14	0.63	-0.62	-3.39
	3波目	32.55	-34.02	33.29	-34.33	-0.11	0.06	33.40	-34.39	1.12	0.63	-0.63	-3.39
6 δy	1波目	39.24	-40.85	40.13	-41.11	-0.11	0.07	40.24	-41.17	1.23	0.62	-0.82	-3.93
	2波目	39.37	-40.85	40.22	-41.14	-0.11	0.07	40.33	-41.20	1.24	0.62	-0.84	-3.94
	3波目	39.41	-40.89	40.21	-41.18	-0.11	0.06	40.32	-41.24	1.24	0.62	-0.94	-3.97
7 δy	1波目	46.13	-47.95	47.04	-48.02	-0.11	0.07	47.15	-48.09	1.32	0.62	-1.06	-4.58
	2波目	46.13	-48.06	47.04	-47.98	-0.11	0.06	47.15	-48.05	1.33	0.63	-1.15	-4.78
	3波目	46.20	-48.06	47.04	-48.02	-0.11	0.06	47.15	-48.08	1.33	0.62	-1.48	-5.10
8 δy	1波目	52.98	-54.82	53.96	-54.87	-0.12	0.07	54.08	-54.94	1.33	0.63	-2.13	-6.18
	2波目	52.96	-54.91	54.00	-54.97	-0.12	0.06	54.12	-55.03	1.33	0.62	-3.10	-7.04
	3波目	53.04	-54.90	54.03	-54.95	-0.11	0.06	54.14	-55.02	1.34	0.62	-4.17	-8.01
9 δy	1波目	59.76	-61.84	60.85	-61.80	-0.12	0.06	60.97	-61.86	1.33	0.62	-5.99	-9.51
	2波目	60.13	-61.95	60.90	-61.85	-0.12	0.05	61.01	-61.90	1.33	0.73	-8.90	-12.32
	3波目	60.13	-61.99	60.96	-61.83	-0.11	0.04	61.07	-61.87	1.33	0.73	-10.72	-15.30
10 δy	1波目	66.82	-69.09	67.85	-68.63	-0.11	0.04	67.97	-68.67	1.33	0.72	-11.69	-16.48
	2波目	66.89	-69.18	67.95	-68.60	-0.11	0.03	68.06	-68.63	1.33	0.83	-13.23	-17.49
	3波目	66.70	-69.33	67.89	-68.71	-0.10	0.03	67.98	-68.74	1.33	0.94	-17.10	-21.48
11 δy	1波目	73.56	-76.09	74.67	-75.35	-0.10	0.03	74.77	-75.39	1.33	0.94	-20.15	-28.52
	2波目	73.52	-76.30	74.66	-75.48	-0.09	0.03	74.75	-75.51	1.33	0.93	-27.30	-33.50
	3波目	73.52	-76.33	74.70	-75.44	-0.09	0.02	74.79	-75.46	1.33	1.04	-30.93	-34.59

表一参. 2(3) 支点間変位・隅角部変位測定結果 (CASE3)

載 荷		支点間変位 (mm)								隅角部変位 (mm)			
		DL1		DL2		DL3		(DL2)-(DL3)		C-1		C-2	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
予備載荷 8mm		8.03	-6.35	8.66	-7.37	0.14	-0.04	7.23	-8.63	0.01	-0.12	0.01	-0.23
予備載荷 12mm		11.66	-10.85	12.61	-11.48	0.13	-0.08	11.35	-12.53	0.12	-0.23	0.01	-0.44
1 δ y	1波目	14.72	-13.84	15.46	-14.40	0.08	-0.15	14.32	-15.32	0.12	-0.34	0.02	-0.54
	2波目	14.53	-14.11	15.66	-14.40	0.15	-0.08	14.25	-15.58	0.34	-0.12	0.02	-0.54
	3波目	14.42	-14.26	15.47	-14.73	0.15	-0.08	14.58	-15.39	0.45	-0.06	0.02	-0.54
2 δ y	1波目	30.18	-29.22	31.52	-29.56	0.16	-0.16	29.42	-31.36	0.66	-0.66	0.03	-1.71
	2波目	30.22	-29.33	31.59	-29.61	0.14	-0.15	29.47	-31.44	0.77	-0.71	0.07	-2.07
	3波目	30.15	-29.52	31.52	-29.68	0.14	-0.15	29.55	-31.38	0.77	-0.77	0.06	-2.14
3 δ y	1波目	45.50	-44.74	47.11	-45.10	0.15	-0.15	44.95	-46.97	11.49	-1.86	-0.10	-4.37
	2波目	45.45	-44.91	47.19	-45.10	0.14	-0.15	44.96	-47.05			-0.10	-5.62
	3波目	45.47	-45.08	47.25	-45.15	0.14	-0.15	45.01	-47.11			-0.10	-6.34
4 δ y	1波目	60.79	-61.15	63.02	-60.71	0.18	-0.13	60.53	-62.90				
	2波目	60.75	-61.62	63.08	-60.75	0.17	-0.12	60.59	-62.96				
	3波目	60.64	-61.69	62.94	-60.81	0.16	-0.11	60.66	-62.84				
5 δ y	1波目	75.67	-77.65	78.45	-76.40	0.16	-0.12	76.31	-78.33				
	2波目	75.77	-78.21	78.37	-76.44	0.08	-0.11	76.37	-78.27				
	3波目	75.82	-78.51	78.37	-76.40	0.06	-0.10	76.34	-78.28				
6 δ y	1波目	91.84	-94.50	94.22	-92.05	0.04	-0.12	92.01	-94.11				
	2波目	91.95	-94.63	94.33	-92.05	0.04	-0.11	92.02	-94.22				
	3波目	91.87	-94.69	94.25	-92.01	0.03	-0.11	91.99	-94.15				
7 δ y	1波目	107.45	-110.87	110.33	-108.08	0.06	-0.09	108.03	-110.24				
	2波目	107.57	-111.10	110.26	-108.03	0.05	-0.09	107.98	-110.18				
	3波目	107.42	-111.34	110.25	-108.17	0.04	-0.08	108.14	-110.18				

表一参. 2(4) 支点間変位・隅角部変位測定結果 (CASE4)

載 荷		支点間変位 (mm)								隅角部変位 (mm)			
		DL1		DL2		DL3		(DL2)-(DL3)		C-1		C-2	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
予備載荷 12mm		0.16	-0.18	12.68	-11.59	0.09	-0.14	11.52	-12.54	0.12	-0.23	0.05	-0.41
予備載荷 18mm		0.16	-0.21	18.80	-17.63	0.11	-0.18	17.52	-18.62	0.34	-0.23	0.05	-0.84
1 δ y	1波目	0.14	-0.20	19.85	-18.46	0.11	-0.20	18.35	-19.66	0.45	-0.22	0.05	-0.95
	2波目	0.18	-0.20	19.88	-18.49	0.11	-0.20	18.39	-19.68	0.44	-0.22	0.05	-0.95
	3波目	0.20	-0.23	19.88	-18.43	0.11	-0.19	18.33	-19.69	0.46	-0.22	0.05	-1.06
2 δ y	1波目	0.14	-0.20	39.54	-37.98	0.27	-0.20	37.72	-39.34	0.87	-1.18	0.15	-2.58
	2波目	0.18	-0.23	39.52	-37.99	0.26	-0.19	37.73	-39.33	1.84	-0.65	-0.06	-3.67
	3波目	0.16	-0.23	39.57	-38.00	0.26	-0.18	37.75	-39.39	2.37	-0.33	-0.17	-4.21
3 δ y	1波目	0.18	-0.18	59.43	-57.65	0.21	-0.24	57.45	-59.20			-1.04	-6.59
	2波目	0.20	-0.21	59.52	-57.74	0.17	-0.22	57.59	-59.31			-2.34	-12.11
	3波目	0.22	-0.21	59.48	-57.89	0.12	-0.21	57.79	-59.27			-3.53	-15.16
4 δ y	1波目	0.24	-0.21	79.31	-77.70	0.10	-0.21	77.61	-79.11			-5.80	-20.80
	2波目	0.20	-0.20	79.49	-77.83	0.07	-0.20	77.76	-79.31			-9.60	-26.46
	3波目	0.24	-0.21	79.44	-77.80	0.06	-0.19	77.75	-79.26			-12.41	-31.15
5 δ y	1波目	0.16	-0.20	99.64	-98.18	0.09	-0.18	98.09	-99.47			-12.09	-38.91
	2波目	0.29	-0.23	99.49	-98.28	0.07	-0.16	98.22	-99.33			-10.79	-40.54
	3波目	0.22	-0.20	99.82	-98.13	0.06	-0.16	98.08	-99.67			-12.20	-40.13

表一参. 2(5) 支点間変位・隅角部変位測定結果(CASE5)

载荷		支点間変位(mm)								隅角部変位(mm)			
		CH: 4		CH: 5		CH: 6		CH:104		CH: 7		CH: 8	
		DL1		DL2		DL3		(DL2)-(DL3)		C-1		C-2	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
予備载荷	8mm	6.84	-7.10	7.38	-7.64	0.07	-0.08	7.57	-7.30	0.01	-0.22	0.01	-0.02
	10mm	9.10	-8.83	9.38	-9.53	0.08	-0.09	9.45	-9.29	0.22	-0.02	0.03	-0.22
	13mm	12.07	-11.66	12.34	-12.67	0.09	-0.10	12.59	-12.25	0.31	0.18	0.02	-0.38
1 δ y (15mm)	1波目	14.14	-13.62	14.28	-14.62	0.10	-0.11	14.52	-14.18	0.42	0.18	0.03	-0.43
	2波目	14.39	-13.43	14.50	-14.53	0.10	-0.11	14.43	-14.39	0.43	0.19	0.03	-0.43
	3波目	14.20	-13.45	14.40	-14.47	0.09	-0.10	14.38	-14.29	0.43	0.19	0.03	-0.43
2 δ y (30mm)	1波目	28.75	-27.62	29.52	-29.05	0.14	-0.12	28.92	-29.40	0.43	-1.88	0.02	-2.32
	2波目	28.52	-27.82	29.42	-29.03	0.12	-0.12	28.91	-29.30	1.12	-2.09	-0.77	-2.92
	3波目	28.54	-28.01	29.46	-29.08	0.12	-0.12	28.97	-29.35	0.95	-2.09	-0.93	-3.07
3 δ y (45mm)	1波目	43.03	-42.58	44.39	-43.88	0.14	-0.13	43.76	-44.26	0.95	-3.35	-1.55	-4.97
	2波目	42.84	-42.90	44.46	-43.86	0.13	-0.13	43.74	-44.34	1.27	-3.56	-0.61	-4.35
	3波目	42.63	-42.94	44.36	-43.88	0.12	-0.13	43.77	-44.24	1.37	-3.66	0.24	-3.39
4 δ y (60mm)	1波目	57.14	-57.67	59.32	-58.89	0.14	-0.12	58.76	-59.20	1.51	-6.85	2.84	-3.05
	2波目	57.22	-57.84	59.30	-58.91	0.13	-0.12	58.79	-59.19	1.15	-8.77	0.38	-3.79
	3波目	57.12	-58.11	59.35	-58.94	0.12	-0.11	58.83	-59.25	0.75	-9.81	0.16	-5.15
5 δ y (75mm)	1波目	71.96	-72.12	74.05	-73.57	0.13	-0.12	73.44	-73.95	0.44	-13.16	0.06	-6.68
	2波目	72.02	-72.42	74.05	-73.77	0.12	-0.11	73.65	-73.95	-0.61	-14.51	-0.27	-8.33
	3波目	72.11	-72.49	74.07	-73.68	0.12	-0.10	73.57	-73.98	-1.13	-15.35	-0.59	-9.30
6 δ y (90mm)	1波目	86.77	-86.76	88.80	-88.59	0.13	-0.11	88.46	-88.70	-1.13	-18.91	-0.90	-11.19
	2波目	86.92	-86.91	88.82	-88.68	0.12	-0.09	88.57	-88.73	-2.06	-19.53	-2.18	-14.68
	3波目	86.96	-87.10	88.87	-88.82	0.12	-0.08	88.70	-88.80	-2.89	-20.05	-3.44	-16.49
7 δ y (105mm)	1波目	102.57	-101.71	104.29	-104.10	0.13	-0.06	103.98	-104.24			-7.42	-20.16
	2波目	102.85	-101.56	104.22	-104.25	0.12	-0.04	104.14	-104.18			-10.41	-26.62
	3波目	102.92	-101.65	104.29	-104.31	0.11	-0.04	104.20	-104.25			-11.78	-28.65
8 δ y (120mm)	1波目			119.34	-119.47	0.12	-0.04	119.37	-119.30			-10.78	-32.78
	2波目			119.45	-119.68	0.08	-0.04	119.62	-119.43			-11.41	-30.84
	3波目			119.52	-119.56	0.05	-0.03	119.51	-119.49			-11.31	-23.99

表一参. 2(6) 支点間変位・隅角部変位測定結果(CASE6)

载荷		支点間変位(mm)								隅角部変位(mm)			
		CH: 4		CH: 5		CH: 6		CH:104		CH: 7		CH: 8	
		DL1		DL2		DL3		(DL2)-(DL3)		C-1		C-2	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
予備载荷	8mm	6.56	-7.16	7.29	-7.66	0.09	-0.10	7.57	-7.20	0.08	-0.27	0.06	-0.18
	12mm	10.54	-10.96	11.25	-11.29	0.12	-0.11	11.18	-11.13	0.07	-0.33	0.07	-0.32
	15mm	13.48	-13.75	14.23	-14.09	0.14	-0.13	13.96	-14.10	0.05	-0.46	0.12	-0.38
1 δ y (17mm)	1波目	15.47	-15.49	16.17	-16.04	0.15	-0.14	15.91	-16.04	0.03	-0.51	0.16	-0.43
	2波目	15.82	-15.30	16.28	-16.09	0.14	-0.13	15.95	-16.15	-0.05	-0.56	0.31	-0.32
	3波目	15.84	-15.28	16.24	-16.04	0.14	-0.13	15.91	-16.11	-0.01	-0.56	0.36	-0.32
2 δ y (34mm)	1波目	31.86	-30.74	32.70	-32.44	0.21	-0.17	32.26	-32.55	0.10	-1.09	0.36	-1.29
	2波目	31.88	-30.91	32.66	-32.50	0.19	-0.16	32.32	-32.51	-0.00	-1.25	0.03	-2.36
	3波目	31.99	-30.95	32.65	-32.48	0.18	-0.15	32.31	-32.50	0.00	-1.43	0.03	-2.58
3 δ y (51mm)	1波目	48.88	-47.40	49.94	-49.60	0.20	-0.15	49.40	-49.80	0.11	-4.50	0.09	-5.33
	2波目	48.80	-47.62	49.97	-49.61	0.19	-0.14	49.43	-49.83	0.00	-6.00	0.08	-7.16
	3波目	48.99	-47.74	49.99	-49.73	0.18	-0.14	49.55	-49.86	-0.18	-6.74	-0.02	-8.33
4 δ y (68mm)	1波目	65.24	-64.09	66.71	-66.62	0.20	-0.14	66.43	-66.58	-0.21	-10.18	-0.48	-11.14
	2波目	65.27	-64.21	66.80	-66.71	0.18	-0.13	66.54	-66.67	-0.71	-11.67	-2.06	-14.47
	3波目	65.31	-64.22	66.84	-66.72	0.17	-0.13	66.56	-66.72	-1.07	-12.53	-3.14	-16.31
5 δ y (85mm)	1波目	81.79	-80.45	83.55	-83.56	0.20	-0.13	83.37	-83.42	-1.28	-16.38	-5.18	-20.09
	2波目	81.85	-80.41	83.46	-83.53	0.18	-0.12	83.35	-83.34	-2.45	-18.90	-10.35	-24.73
	3波目	82.05	-80.48	83.63	-83.66	0.18	-0.12	83.49	-83.52	-4.05	-21.21	-13.90	-27.86
6 δ y (102mm)	1波目	99.01	-96.94	101.08	-100.79	0.20	-0.11	100.60	-100.97	-4.58	-27.05		
	2波目	99.23	-97.17	101.11	-100.77	0.18	-0.11	100.59	-101.02	-7.89	-30.47		
	3波目	99.38	-97.13	101.23	-100.80	0.17	-0.10	100.64	-101.13				
7 δ y (119mm)	1波目	116.41	-114.54	118.29	-118.16	0.18	-0.10	117.99	-118.20				
	2波目	116.47	-114.69	118.28	-118.29	0.15	-0.08	118.14	-118.20				
	3波目	116.79	-114.77	118.35	-118.33	0.14	-0.08	118.20	-118.28				
8 δ y (136mm)	1波目	133.93	-131.49	135.61	-135.63	0.15	-0.08	135.49	-135.53				
	2波目	133.93	-131.60	135.61	-135.67	0.13	-0.07	135.55	-135.54				
	3波目	134.42	-131.71	135.83	-135.72	0.11	-0.06	135.61	-135.77				
9 δ y (153mm)	1波目	151.47	-148.15	153.13	-152.82	0.11	-0.07	152.71	-153.07				
	2波目	151.64	-148.36	153.28	-152.91	0.09	-0.05	152.82	-153.23				
	3波目	151.83	-148.28	153.31	-152.96	0.08	-0.05	152.89	-153.27				

表一参. 3(1) 水平変位測定結果 (CASE1)

載 荷		柱水平変位 (mm)						はり水平変位 (mm)					
		DP1		DP2		DP3		DB1		DB2		DB3	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
予備載荷		2.41	-2.54	1.40	-1.10	0.40	-0.40	1.00	-1.24	1.61	-1.66	1.30	-1.68
1 δy	1波目	2.79	-3.21	2.03	-1.54	0.41	-0.61	1.52	-1.64	2.30	-2.58	2.02	-2.42
	2波目	2.93	-3.26	1.79	-1.55	0.30	-0.62	1.56	-1.68	2.42	-2.70	2.13	-2.53
	3波目	2.82	-3.27	1.69	-1.58	0.29	-0.62	1.55	-1.65	2.43	-2.42	2.06	-2.53
2 δy	1波目	6.17	-5.49	3.08	-3.39	0.28	-1.89	3.55	-3.91	5.75	-6.72	5.08	-6.63
	2波目	6.11	-5.55	3.02	-3.54	-0.13	-1.89	3.57	-3.91	5.88	-6.79	5.08	-6.63
	3波目	6.24	-5.62	2.92	-3.51	-0.14	-1.89	3.63	-3.91	5.84	-6.76	5.08	-6.63
3 δy	1波目	8.83	-8.98	3.96	-6.02	-0.67	-3.48	5.67	-5.65	9.71	-10.55	9.29	-11.28
	2波目	8.81	-9.12	3.84	-6.17	-1.42	-3.39	5.77	-5.62	9.73	-10.41	9.29	-11.27
	3波目	8.88	-9.12	3.63	-6.16	-1.52	-3.48	5.77	-5.59	9.85	-10.42	9.29	-11.28
4 δy	1波目	11.82	-12.49	4.63	-8.19	-1.95	-4.99	7.58	-7.33	13.55	-13.94	13.59	-15.72
	2波目	11.71	-12.63	4.12	-8.56	-2.81	-4.89	7.51	-7.30	13.57	-13.80	13.54	-15.71
	3波目	11.61	-12.69	4.03	-8.60	-3.01	-4.99	7.54	-7.19	13.54	-13.76	13.59	-15.72
5 δy	1波目	14.59	-16.04	5.29	-10.66	-3.45	-6.60	9.40	-8.86	17.70	-17.09	18.02	-20.07
	2波目	14.45	-16.19	5.08	-10.92	-4.20	-6.38	9.39	-8.86	17.38	-16.94	18.02	-20.06
	3波目	14.45	-16.23	4.92	-11.01	-4.50	-6.60	9.39	-8.76	17.33	-16.79	18.02	-19.95
6 δy	1波目	17.52	-19.58	5.87	-13.41	-4.74	-8.41	11.26	-10.44	21.22	-20.24	22.55	-24.30
	2波目	17.44	-19.69	5.58	-13.73	-5.59	-8.11	11.22	-10.30	21.20	-19.88	22.44	-24.24
	3波目	17.19	-19.68	5.39	-13.76	-5.99	-8.41	11.22	-10.17	21.20	-19.58	22.55	-24.20
7 δy	1波目	20.19	-23.23	6.24	-16.69	-6.33	-10.33	13.05	-11.73	25.14	-22.89	27.08	-28.63
	2波目	20.03	-23.32	5.90	-17.01	-7.30	-10.02	13.03	-11.59	25.48	-22.37	26.97	-28.63
	3波目	19.92	-23.46	5.63	-17.10	-7.73	-10.33	13.05	-11.29	25.13	-21.93	27.08	-28.52
8 δy	1波目	22.85	-26.95	6.19	-19.43	-8.15	-12.40	14.88	-12.77	29.10	-25.01	31.73	-32.82
	2波目	22.70	-27.14	5.70	-19.78	-9.22	-12.04	14.65	-12.43	29.05	-24.24	31.56	-32.82
	3波目	22.42	-27.35	5.26	-20.12	-9.85	-12.40	14.59	-12.06	28.55	-23.68	31.73	-32.81
9 δy	1波目	25.01	-30.76	4.22	-21.84	-9.86	-14.08	16.49	-13.23	32.64	-26.16	36.63	-37.31
	2波目	25.02	-30.94	3.94	-22.36	-11.68	-14.08	16.02	-12.59	31.70	-24.94	36.24	-37.30
	3波目	26.31	-31.03	5.00	-22.39	-9.85	-13.97	15.93	-12.28	32.16	-24.13	36.48	-37.31
10 δy	1波目	29.63	-34.38	6.46	-24.47	-8.04	-14.36	18.35	-13.34	37.43	-26.86	41.59	-42.02
	2波目	30.35	-34.62	7.31	-24.68	-8.25	-14.32	18.18	-12.95	37.30	-26.25	41.09	-41.93
	3波目	30.39	-34.74	6.44	-24.75	-8.04	-14.36	18.31	-12.65	37.81	-25.62	41.27	-42.02
11 δy	1波目	33.61	-37.87	7.36	-28.18	-7.81	-14.94	20.46	-14.04	42.24	-28.31	45.65	-45.81
	2波目	33.70	-37.91	7.13	-27.72	-7.92	-14.92	20.78	-13.49	43.04	-27.50	45.65	-45.81
	3波目	33.68	-38.07	6.82	-27.30	-7.81	-14.94	20.96	-13.10	43.50	-26.91	45.65	-45.71

表一参. 3(2) 水平変位測定結果 (CASE2)

載 荷		柱水平変位 (mm)						はり水平変位 (mm)					
		DP1		DP2		DP3		DB1		DB2		DB3	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
予備載荷		2.77	-2.55	1.76	-1.29	0.05	-0.41	0.81	-1.16	1.74	-2.38	1.09	-2.51
予備載荷		4.08	-3.13	2.13	-1.70	-0.06	-0.51	0.77	-2.03	1.62	-2.79	0.77	-3.51
1 δy	1波目	4.44	-3.35	2.39	-1.47	-0.17	-0.63	0.81	-2.24	1.62	-3.17	0.58	-3.90
	2波目	4.66	-3.31	2.56	-2.04	-0.17	-0.63	0.69	-2.25	1.42	-3.71	0.35	-3.97
	3波目	4.89	-3.33	2.63	-1.83	-0.17	-0.64	0.59	-2.25	1.30	-3.77	0.12	-4.02
2 δy	1波目	7.59	-6.33	3.61	-3.78	-0.18	-1.60	2.77	-4.25	5.58	-7.85	4.41	-8.79
	2波目	7.46	-6.47	3.22	-3.95	-0.71	-1.60	2.77	-4.25	5.85	-7.91	4.58	-8.85
	3波目	7.54	-6.47	3.37	-4.16	-0.71	-1.59	2.77	-4.25	5.82	-7.93	4.52	-8.89
3 δy	1波目	10.64	-10.00	4.45	-6.21	-0.82	-2.77	4.80	-6.03	9.79	-11.59	9.28	-13.55
	2波目	10.45	-10.11	4.16	-6.26	-1.78	-2.89	4.80	-5.93	9.77	-11.59	9.47	-13.48
	3波目	10.48	-10.06	4.04	-6.13	-1.89	-2.89	4.75	-5.93	9.74	-11.54	9.48	-13.46
4 δy	1波目	13.47	-13.61	5.05	-8.66	-2.00	-3.95	6.62	-7.70	13.88	-15.43	14.01	-18.29
	2波目	13.40	-13.61	4.84	-8.58	-2.74	-4.06	6.63	-7.65	13.84	-15.34	14.10	-18.28
	3波目	13.43	-13.69	4.78	-8.57	-2.95	-4.16	6.52	-7.61	13.78	-15.25	14.03	-18.31
5 δy	1波目	16.39	-17.19	5.95	-10.74	-3.07	-5.24	8.60	-9.48	18.34	-18.96	18.91	-23.17
	2波目	16.37	-17.25	5.82	-10.93	-3.92	-5.46	8.49	-9.38	17.83	-18.99	18.97	-23.17
	3波目	16.32	-17.56	5.72	-10.98	-4.24	-5.56	8.49	-9.39	17.80	-18.95	18.94	-23.21
6 δy	1波目	19.43	-20.91	6.94	-13.30	-4.46	-6.63	10.37	-11.16	21.80	-22.66	23.72	-28.00
	2波目	19.24	-21.13	6.71	-14.16	-5.40	-7.05	10.31	-11.16	21.74	-22.57	23.77	-28.01
	3波目	19.17	-21.18	6.55	-13.74	-5.74	-7.26	10.26	-11.06	21.74	-22.44	23.85	-28.04
7 δy	1波目	22.53	-24.76	7.46	-16.09	-5.96	-8.40	12.14	-12.83	25.82	-26.26	28.49	-32.91
	2波目	22.17	-24.89	7.22	-16.43	-7.03	-8.89	12.04	-12.63	25.15	-25.87	28.53	-32.95
	3波目	22.06	-24.97	7.01	-16.67	-7.45	-9.30	11.93	-12.52	25.40	-25.57	28.58	-32.99
8 δy	1波目	25.18	-28.80	7.51	-19.38	-7.88	-10.60	13.80	-14.20	29.53	-28.94	33.36	-37.88
	2波目	25.04	-29.07	6.99	-19.97	-9.17	-11.34	13.70	-13.88	29.24	-28.31	33.27	-37.92
	3波目	24.78	-29.29	6.64	-20.35	-9.92	-11.98	13.61	-13.57	28.79	-27.57	33.32	-37.88
9 δy	1波目	27.97	-32.99	6.29	-23.19	-10.57	-13.28	15.26	-14.82	32.96	-30.40	37.96	-42.87
	2波目	28.79	-32.88	7.01	-23.17	-9.50	-13.56	15.47	-14.30	33.98	-29.24	38.06	-43.03
	3波目	29.15	-33.28	7.64	-23.61	-8.74	-14.35	15.89	-13.68	34.51	-27.97	38.12	-43.08
10 δy	1波目	32.64	-36.79	8.55	-26.10	-8.63	-15.21	17.87	-15.04	39.32	-30.87	42.95	-47.84
	2波目	32.88	-36.97	8.55	-26.46	-8.59	-15.64	17.98	-14.51	39.13	-29.96	43.03	-47.90
	3波目	32.67	-37.02	9.74	-26.43	-8.73	-15.74	18.18	-14.35	39.60	-29.83	43.13	-48.10
11 δy	1波目	36.01	-40.02	8.86	-28.44	-9.06	-15.85	20.07	-16.29	43.74	-34.03	47.62	-52.88
	2波目	35.91	-40.16	8.38	-28.47	-9.38	-15.52	19.96	-16.39	43.70	-34.22	47.85	-52.86
	3波目	35.84	-40.09	9.45	-28.10	-9.66	-14.99	20.06	-16.39	43.72	-34.60	47.96	-52.76

表一参. 3(3) 水平変位測定結果 (CASE3)

載 荷		柱水平変位 (mm)						はり水平変位 (mm)					
		DP1		DP2		DP3		DB1		DB2		DB3	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
予備載荷 8mm		295	-237	119	-097	017	-042	240	-228	433	-361	552	-400
予備載荷 12mm		722	-261	299	-123	042	-041	348	-315	709	-452	917	-401
1δy	1波目	934	-311	397	-294	059	-040	423	-393	885	-574	1152	-506
	2波目	938	-309	396	-097	059	-038	413	-403	871	-580	1134	-516
	3波目	889	-381	362	-129	059	-038	372	-425	796	-640	1017	-601
2δy	1波目	1524	-933	616	-434	100	-205	932	-968	1742	-1551	2126	-1699
	2波目	1539	-958	606	-434	069	-200	900	-956	1706	-1558	2080	-1737
	3波目	1548	-936	597	-423	055	-195	889	-946	1710	-1561	2088	-1751
3δy	1波目	2221	-1676	851	-848	-036	-457	1306	-1454	2586	-2495	3084	-2898
	2波目	2226	-1725	814	-858	-203	-515	1257	-1381	2507	-2474	2888	-2904
	3波目	2222	-1749	798	-859	-240	-538	1235	-1370	2477	-2465	2791	-2964
4δy	1波目	2917	-2439	1063	-1187	-320	-793	1658	-1828	3377	-3406	3644	-4163
	2波目	2968	-2480	1020	-1166	-481	-809	1613	-1813	3321	-3380	3445	-4347
	3波目	2970	-2490	1009	-1156	-507	-803	1581	-1773	3291	-3370	3235	-4448
5δy	1波目	3624	-3163	1317	-1431	-571	-959	1993	-2177	4183	-4254	3898	-5975
	2波目	3683	-3235	1242	-1463	-764	-1065	1961	-2097	4131	-4228	3213	-6804
	3波目	3723	-3285	1222	-1474	-885	-1160	1939	-2115	4095	-4236	2924	-7282
6δy	1波目	4424	-3907	1519	-1750	-945	-1328	2351	-2508	5005	-5159	3565	-8818
	2波目	4428	-3953	1467	-1771	-999	-1459	2329	-2511	4966	-5175	3102	-9257
	3波目	4445	-3978	1466	-1771	-995	-1496	2319	-2506	4944	-5176	2850	-9634
7δy	1波目	5247	-4488	1796	-2016	-979	-1626	2731	-2956	5842	-6137	3624	-11093
	2波目			1753	-1993	-937	-1753	2711	-2940	5813	-6140	3171	-11439
	3波目			1796	-1987	-937	-1727	2689	-2943	5772	-6137	2754	-11711

表一参. 3(4) 水平変位測定結果 (CASE4)

載 荷		柱水平変位 (mm)						はり水平変位 (mm)					
		DP1		DP2		DP3		DB1		DB2		DB3	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
予備載荷 12mm		642	-502	614	-286	075	-198	553	-348	735	-468	811	-398
予備載荷 18mm		818	-706	447	-381	075	-263	757	-565	1125	-846	1254	-863
1δy	1波目	840	-760	605	-412	064	-273	779	-587	1179	-910	1318	-938
	2波目	835	-774	632	-422	047	-272	768	-576	1162	-916	1302	-948
	3波目	830	-785	592	-423	032	-273	768	-575	1159	-916	1296	-949
2δy	1波目	1669	-1578	692	-822	011	-482	1340	-1226	2251	-2126	2534	-2375
	2波目	1675	-1641	692	-846	-072	-503	1318	-1233	2220	-2103	2427	-2432
	3波目	1675	-1626	665	-835	-089	-514	1308	-1204	2242	-2110	2486	-2471
3δy	1波目	2677	-2550	909	-1269	-152	-785	1772	-1786	3250	-3279	3474	-3889
	2波目	2696	-2541	885	-1247	-363	-795	1761	-1776	3264	-3242	3249	-4158
	3波目	2744	-2548	877	-1237	-449	-812	1766	-1708	3280	-3229	3066	-4532
4δy	1波目	3708	-3530	1204	-1671	-583	-997	2233	-2153	4291	-4345	3900	-6566
	2波目	3708	-3562	1141	-1696	-897	-1085	2227	-2162	4314	-4339	3663	-7066
	3波目	3714	-3582	1109	-1697	-970	-1140	2207	-2162	4309	-4342	3516	-7258
5δy	1波目	4673	-4492	1514	-2043	-1054	-1297	2714	-2649	5376	-5517	4470	-9082
	2波目	4673	-4591	1435	-2075	-1179	-1453	2660	-2677	5304	-5515	4133	-9419
	3波目	4685	-4555	1425	-2061	-1259	-1516	2671	-2690	5343	-5533	3769	-9748

表一参. 3(5) 水平变位测定结果(CASE5)

載荷		柱水平变位(mm)						梁水平变位(mm)					
		CH 9		CH 10		CH 11		CH 13		CH 14		CH 15	
		DP1		DP2		DP3		DB1		DB2		DB3	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
予備載荷	8mm	367	-5.42	2.14	-251	1.05	-039	158	-2.77	198	-3.05	221	-2.07
	10mm	420	-6.87	2.24	-3.14	1.00	-054	198	-3.42	267	-4.22	285	-3.46
	13mm	484	-8.83	2.42	-4.00	1.04	-078	257	-4.81	363	-6.74	368	-6.94
1δy (15mm)	1波目	562	-9.76	2.63	-4.41	1.05	-1.00	3.13	-5.55	468	-8.04	490	-8.39
	2波目	551	-9.92	2.58	-4.43	0.95	-1.01	3.16	-5.53	476	-8.03	495	-8.34
	3波目	551	-9.97	2.54	-4.42	0.95	-0.99	3.15	-5.49	473	-8.09	5.12	-8.30
2δy (30mm)	1波目	11.44	-17.30	4.42	-8.73	0.69	-2.94	7.35	-10.47	12.83	-17.04	15.67	-18.74
	2波目	11.41	-17.31	4.09	-8.78	-0.65	-3.23	7.24	-10.13	12.69	-16.97	15.52	-18.92
	3波目	11.44	-17.41	4.10	-8.78	-0.86	-3.33	7.24	-10.13	12.67	-16.96	15.49	-18.99
3δy (45mm)	1波目	18.07	-25.03	6.41	-13.15	-1.22	-5.60	11.02	-14.36	20.20	-25.61	25.85	-29.09
	2波目	17.90	-25.18	6.09	-13.16	-3.02	-6.03	10.83	-14.25	19.89	-25.55	25.43	-29.43
	3波目	17.84	-24.87	5.99	-13.05	-3.45	-6.24	10.61	-14.25	19.60	-25.53	25.04	-29.61
4δy (60mm)	1波目	25.19	-32.02	8.40	-16.84	-3.70	-8.64	14.14	-18.54	26.94	-34.28	33.20	-40.25
	2波目	25.01	-31.73	8.08	-16.40	-5.66	-9.69	13.87	-18.36	26.51	-34.18	31.00	-41.07
	3波目	24.95	-31.66	7.97	-16.09	-6.37	-9.99	13.71	-18.32	26.28	-34.13	29.77	-41.92
5δy (75mm)	1波目	31.92	-38.58	10.63	-19.04	-6.94	-12.39	17.19	-22.35	33.67	-42.55	37.13	-52.83
	2波目	31.97	-38.51	10.40	-18.72	-8.74	-12.89	17.03	-22.27	33.39	-42.52	34.91	-54.23
	3波目	31.92	-38.51	10.39	-18.46	-9.17	-13.04	16.87	-22.25	33.15	-42.44	33.49	-55.49
6δy (90mm)	1波目	38.86	-44.98	13.10	-20.94	-9.66	-14.92	20.04	-26.39	39.87	-50.90	37.42	-67.50
	2波目	38.93	-44.74	13.02	-20.32	-10.95	-14.99	19.37	-26.28	38.73	-50.91	34.06	-70.74
	3波目	39.03	-44.69	13.02	-19.80	-11.16	-14.89	18.67	-26.39	37.56	-51.15	31.92	-72.69
7δy (105mm)	1波目	46.26	-50.94	16.04	-20.69	-11.48	-15.78	20.02	-30.56	41.24	-59.94	34.63	-87.36
	2波目	46.56	-50.86	16.26	-20.03	-11.99	-15.64	18.37	-31.06	38.80	-61.19	31.65	-91.93
	3波目	46.67	-50.85	16.41	-19.83	-11.99	-15.56	17.50	-31.21	37.46	-61.81	31.60	-93.36
8δy (120mm)	1波目	54.00	-57.58	19.62	-21.43	-12.32	-16.42	19.67	-35.16	42.01	-70.62	36.71	-106.12
	2波目	54.35	-57.74	20.04	-21.02	-12.91	-18.24	18.25	-35.71	39.61	-72.44	34.96	-112.24
	3波目	54.60	-56.50	20.15	-20.80	-14.45	-20.90	17.40	-36.91	37.93	-75.40	33.05	-116.30

表一参. 3(6) 水平变位测定结果(CASE6)

載荷		柱水平变位(mm)						梁水平变位(mm)					
		CH 9		CH 10		CH 11		CH 13		CH 14		CH 15	
		DP1		DP2		DP3		DB1		DB2		DB3	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
予備載荷	8mm	361	-5.24	2.21	-1.89	1.40	-0.01	0.02	-3.81	0.54	-4.98	0.14	-3.89
	12mm	5.04	-7.30	2.81	-2.64	1.54	0.23	0.81	-5.38	2.48	-7.52	1.85	-6.07
	15mm	5.89	-8.69	3.01	-3.20	1.67	-0.11	1.74	-6.51	4.29	-9.50	3.38	-7.77
1δy (17mm)	1波目	6.28	-9.84	3.11	-3.73	1.70	-0.39	2.40	-7.26	5.60	-10.71	4.37	-8.87
	2波目	5.95	-10.42	2.99	-3.93	1.74	-0.35	2.39	-7.26	5.14	-10.89	4.20	-9.00
	3波目	5.96	-10.34	3.00	-3.93	1.81	-0.35	2.37	-7.26	5.08	-10.94	4.16	-9.05
2δy (34mm)	1波目	11.73	-19.19	4.97	-9.02	1.53	-2.88	7.21	-12.63	13.55	-20.67	11.81	-17.84
	2波目	11.82	-19.43	5.38	-9.05	0.53	-2.97	6.89	-12.52	13.25	-20.59	11.58	-17.99
	3波目	11.72	-19.46	5.26	-9.06	0.32	-2.99	6.78	-12.51	13.22	-20.59	11.49	-18.06
3δy (51mm)	1波目	19.44	-28.12	7.24	-13.57	-0.05	-6.28	11.13	-17.38	22.55	-30.46	18.93	-26.99
	2波目	19.45	-28.09	6.92	-13.36	-2.32	-6.99	11.01	-17.28	22.52	-30.47	18.03	-27.55
	3波目	19.48	-28.16	6.77	-13.29	-2.96	-7.23	10.90	-17.17	22.33	-30.29	17.45	-27.92
4δy (68mm)	1波目	27.63	-36.22	9.54	-17.07	-3.49	-10.09	15.23	-21.97	31.41	-40.10	23.74	-37.92
	2波目	27.70	-36.27	9.25	-16.97	-5.40	-10.52	15.22	-21.76	31.46	-40.02	22.17	-39.13
	3波目	27.69	-36.41	9.07	-16.87	-5.72	-10.63	15.12	-21.76	31.38	-39.91	21.34	-39.93
5δy (85mm)	1波目	35.47	-43.85	12.02	-20.33	-6.25	-12.86	19.57	-26.45	40.47	-49.66	24.45	-50.19
	2波目	35.53	-43.58	11.71	-19.97	-7.52	-12.86	19.35	-26.33	40.41	-49.41	21.58	-52.20
	3波目	35.50	-43.70	11.60	-19.82	-7.72	-12.75	19.20	-26.24	40.40	-49.46	19.87	-53.92
6δy (102mm)	1波目	43.43	-51.40	14.69	-22.94	-8.15	-13.85	23.62	-31.00	49.80	-59.13	23.32	-64.87
	2波目	43.58	-51.48	14.59	-22.54	-8.87	-13.49	23.40	-30.81	49.67	-58.99	19.65	-70.74
	3波目	43.76	-51.30	14.48	-22.32	-9.00	-13.14	23.25	-30.81	49.53	-58.97	17.27	-73.66
7δy (119mm)	1波目	52.01	-59.04	17.95	-24.85	-9.19	-13.23	27.61	-35.40	58.68	-69.04	-9.17	-86.17
	2波目	52.19	-58.68	17.84	-24.44	-9.46	-12.79	27.33	-35.29	58.46	-69.18	-34.04	-91.94
	3波目	52.24	-58.72	17.75	-24.13	-9.55	-12.46	27.11	-35.18	58.32	-69.18	-91.53	-96.12
8δy (136mm)	1波目	59.39	-65.29	21.25	-26.05	-9.67	-12.58	31.46	-39.81	67.26	-78.87	-95.54	-107.23
	2波目	59.63	-65.06	21.21	-25.62	-9.84	-12.20	31.13	-39.69	67.00	-78.98	-106.79	-110.95
	3波目	59.78	-64.78	21.15	-25.38	-9.78	-11.94	30.99	-39.58	66.89	-79.08	-110.30	-114.14
9δy (153mm)	1波目	59.96		24.91	-27.23	-7.02	-25.48	35.41	-44.09	76.13	-88.45	-113.07	-126.29
	2波目			24.90	-26.89	-6.83	-32.76	35.24	-43.87	75.99	-88.63	-125.01	-130.03
	3波目			24.80	-26.77	-7.76	-25.91	35.18	-43.87	75.89	-88.74	-128.82	-133.87

表一参. 4(1) 軸方向鉄筋ひずみ測定結果 (CASE1)

試 験 荷 重	試 験 荷 重	柱内側(内面)							柱外側(外面)							はり上側(上面)							はり下側(下面)						
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
予備試験	mm	13	26	36	41	104	81	32	8	21	35	54	51	0	0	96	118	253	605	729	75	0	77	76	118	227	475	236	43
1δy	1δy	16	31	41	44	129	106	39	19	33	51	75	72	0	0	118	164	391	1117	1332	90	0	81	87	155	1001	605	355	45
2δy	2δy	15	28	39	42	131	111	39	15	29	47	71	74	0	0	118	173	623	1322	1605	93	0	81	87	163	1096	644	420	47
3δy	3δy	15	28	39	42	134	115	39	13	27	42	65	72	0	0	117	177	712	1344	1507	93	0	80	87	169	1134	658	423	45
2δy	1δy	49	63	83	69	323	392	115	43	60	83	221	193	6	0	243	1211	1439	1933	1553	162	2	154	1293	1250	1735	1959	1069	105
2δy	2δy	47	66	81	66	359	397	145	39	55	78	289	207	5	0	301	1509	1603	1922	1630	159	1	174	1380	1313	1743	1978	1151	127
3δy	3δy	45	65	81	66	390	396	181	37	53	76	289	212	4	0	341	1553	1612	1907	1630	213	0	187	1411	1336	1744	1984	1177	147
3δy	1δy	53	73	91	75	487	592	207	49	67	92	407	316	11	0	625	1743	1802	2437	6130	1739	20	231	1534	1448	1843	6134	1280	189
2δy	2δy	51	71	90	74	501	586	278	43	59	81	355	424	14	0	659	1879	1728	2454		1930	26	250	1537	1445	1821	6134	1276	210
3δy	3δy	51	71	90	75	507	586	271	41	57	80	380	445	13	0	685	1868	1715	2452		2204	30	267	1551	1457	1824	6134	1294	227
4δy	1δy	56	76	93	83	590	712	304	51	68	93	431	581	18	0	797	1796	1839	2604		3212	33	385	1629	1536	1931		1337	254
2δy	2δy	55	76	99	84	654	779	308	44	81	85	410	595	16	0	812	1728	1760	2547		6138	36	783	1629	1542	1931		1354	271
3δy	3δy	55	75	93	84	673	799	313	42	58	82	401	611	15	0	834	1710	1736	2519		6133	35	834	1628	1544	1924		1370	285
5δy	1δy	60	80	105	93	950	1011	374	51	67	96	445	720	20	0	1012	1810	1834	2631			44	1007	1706	1627	2051		1429	306
2δy	2δy	59	79	104	95	951	1000	379	45	63	90	434	751	22	0	1029	1770	1799	2595			51	1040	1700	1624	2050		1447	321
3δy	3δy	59	78	104	97	943	993	382	45	62	90	429	776	23	0	1047	1763	1788	2584			57	1060	1700	1625	2055		1459	326
6δy	1δy	61	84	109	105	1083	1110	419	53	69	105	472	872	29	0	1123	1848	1858	6132			69	1116	1758	1678	2177		1504	356
2δy	2δy	60	83	107	107	1060	1077	415	50	65	101	458	876	32	0	1115	1803	1828	6132			80	1122	1742	1667	2177		1524	369
3δy	3δy	60	83	107	108	1050	1065	415	43	63	99	452	878	33	0	1114	1785	1815	6132			89	1131	1741	1671	2178		1537	381
7δy	1δy	62	88	111	114	1142	1152	445	55	69	111	487	950	41	0	1171	1859	1889				105	1170	1785	1719	6132		1564	395
2δy	2δy	61	85	110	116	1118	1126	443	51	66	107	475	939	43	0	1159	1820	1864				117	1174	1778	1712	6132		1562	411
3δy	3δy	55	88	109	117	1101	1107	436	50	64	107	470	938	47	0	1157	1807	1852				129	1173	1764	1705	6132		1593	422
8δy	1δy	62	94	112	125	1214	1293	477	56	69	117	500	994	55	0	1200	1865	1918				147	1206	1807	1749			1623	438
2δy	2δy	60	94	111	126	1177	1173	472	54	68	117	495	959	60	0	1195	1847	1903				159	1201	1792	1732			1637	452
3δy	3δy	57	92	107	122	1089	1050	425	51	63	111	479	959	63	0	1171	1799	1855				169	1187	1755	1700			1652	456
9δy	1δy	56	93	106	119	1079	1039	412	55	68	122	508	1013	72	0	1210	1858	1915				184	1195	1765	1712			1685	499
2δy	2δy	52	87	100	113	973	923	381	56	69	123	515	1026	79	0	1219	1863	1909				194	1170	1717	1687			1696	513
3δy	3δy	45	78	91	107	831	856	393	18	27	66	302	606	59	0	926	1367	1458				195	1122	1636	1610			1653	507
10δy	1δy	43	77	89	105	877	6152	455	14	23	59	280	560	55	0	855	1327	1431				199	1119	1635	1615			1643	508
2δy	2δy	30	61	71	92	930		431	5	13	44	226	451	49	0	818	1302	1302				201	1028	1475	1451			1460	483
3δy	3δy	22	50	59	84	739		401	0	8	37	199	413	45	0	779	1245					204	952	1366	1336			1352	452
11δy	1δy	27	57	65	87	734		454	6	15	47	233	491	51	0	833	1332					209	1006	1438	1418			1443	479
2δy	2δy	19	47	55	78	679		424	3	11	41	218	455	49	0	806	1290					213	946	1335	1316			1337	481
3δy	3δy	14	39	47	72	625		337	0	8	35	202	427	51	0	783	1255					216	901	1262	1239			1255	445

表一参. 4(2) 軸方向鉄筋ひずみ測定結果 (CASE2)

試 験 荷 重		柱内側(内面)							柱外側(外面)							はり上側(上面)							はり下側(下面)						
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
予備試験		25	42	54	54	215	66	66	22	37	64	89	108	0	0	79	171	206	853	1179	147	0	80	117	176	193	959	226	47
予備試験		33	52	65	60	279	202	83	26	41	76	108	143	0	0	84	187	681	1305	1544	391	2	87	183	333	443	1295	458	56
1δy	1変目	29	45	59	53	273	211	82	27	42	87	121	160	0	0	86	201	1043	1653	1882	434	6	85	210	833	682	1228	455	55
	2変目	27	44	57	51	263	215	82	22	36	82	112	152	0	0	83	205	1191	1483	1641	506	6	83	228	931	745	1281	498	56
	3変目	26	43	55	50	264	216	83	20	35	79	112	149	0	0	82	209	1241	1458	1626	523	6	82	235	965	777	1273	500	56
2δy	1変目	56	84	93	69	610	519	289	50	70	190	606	331	5	0	164	1274	1821	2020	6139	837	27	283	1354	1567	1355	1899	1007	150
	2変目	54	83	89	64	607	515	314	44	65	181	604	355	5	0	193	1453	1803	1989	6139	961	29	314	1419	1585	1395	1835	1056	192
	3変目	52	82	87	63	604	511	320	42	63	180	605	371	6	0	211	1487	1790	1974	6139	1022	29	338	1435	1593	1415	1833	1083	224
3δy	1変目	55	87	92	65	699	522	340	51	75	212	721	515	7	0	317	1630	1922	2085		1172	30	414	1494	1660	1493	1978	1218	320
	2変目	54	87	90	62	701	503	314	44	67	193	674	645	11	0	336	1562	1844	2013		1260	34	512	1435	1680	1504	2026	1272	375
	3変目	54	86	89	62	689	494	307	42	66	197	665	706	12	0	353	1553	1829	2002		1310	35	569	1432	1658	1514	2032	1293	407
4δy	1変目	57	92	97	63	793	584	323	51	76	222	739	804	15	0	447	1651	1933	2106		1547	39	635	1545	1729	1576	2183	1434	484
	2変目	56	90	102	62	745	576	320	47	73	216	725	870	18	0	437	1619	1858	2045		1635	44	787	1535	1716	1584	2245	1455	518
	3変目	56	90	104	61	716	560	307	45	71	213	715	834	19	0	592	1604	1880	2030		1670	48	859	1533	1710	1590	2245	1452	540
5δy	1変目	60	97	115	65	788	641	356	54	81	238	793	990	27	0	1004	1691	1954	2145		1787	53	1114	1612	1800	1716	2254	1556	594
	2変目	58	95	114	63	751	608	325	50	78	232	775	1013	31	0	1105	1656	1910	2145		1859	58	1160	1601	1788	1747		1568	618
	3変目	58	95	115	62	724	633	307	48	78	229	764	1022	36	0	1143	1636	1859	2145		1894	61	1186	1597	1783	1763		1576	635
6δy	1変目	60	99	120	63	775	620	322	54	84	247	823	1087	46	0	1220	1698	1950			1969	71	1240	1635	1835	1904		1633	658
	2変目	59	93	120	63	742	576	290	51	81	241	805	1095	55	0	1222	1667	1922			2000	74	1244	1623	1813	1909		1642	682
	3変目	58	93	120	62	727	556	289	49	79	240	799	1101	66	0	1227	1651	1907			2027	80	1247	1615	1806	1940		1647	694
7δy	1変目	61	101	126	64	774	618	284	55	85	259	853	1160	88	0	1281	1711	1959			2081	92	1283	1650	1842	2007		1708	723
	2変目	60	101	127	64	758	622	287	53	84	255	841	1163	103	0	1275	1697	1933			2115	93	1283	1643	1835	2050		1727	726
	3変目	60	101	128	65	740	567	297	51	82	252	831	1166	113	0	1271	1670	1913			2130	102	1285	1639	1826	2084		1730	748
8δy	1変目	63	105	136	66	777	6043	334	56	88	270	879	1220	129	0	1312	1721	1958			2184	117	1325	1685	1874	2149		1793	77
	2変目	62	106	138	65	759	6049	359	54	87	268	874	1230	139	0	1309	1704	1943			2208	123	1324	1675	1857	2159		1803	5787
	3変目	61	105	140	66	722	6049	307	53	86	268	871	1227	148	0	1307	1694	1922			5296	128	1320	1668	1845	6050		1808	787
9δy	1変目	62	109	145	66	728		366	58	93	286	920	1222	161	0	1347	1745	1978			6127	143	1345	1694	1875			1853	819
	2変目	58	104	144	63	655		289	35	85	219	673	956	148	0	1169	1490	1583			6127	145	1309	1545	1821			1787	809
	3変目	45	87	122	50	530		212	23	51	182	536	797	143	0	1065	1335	1540			6127	147	1206	1506	1682			1570	773
10δy	1変目	48	92	128	53	540			24	51	185	555	828	145	0	1076	1356	1552				154	1231	1541	1725			1637	783
	2変目	36	77	108	39	407			18	45	168	456	764	143	0	1032	1269	1453				159	1130	1422	1573			1448	745
	3変目	20	54	78	23	323			13	40	152	440	655	140	0	956	1218	1423				162	983	1203	1367			1158	684
11δy	1変目	18	52	74	20	372			16	42	161	454	732	142	0	1007	1253	1456				163	969	1192	1374			1219	678
	2変目	10	41	60	14	336			7	31	133	363	602	126	0	928	1133	1341				162	838	1080	1244			1049	628
	3変目	4	31	50	9	305			1	24	113	293	510	129	0	871	1047	1253				159	828	999	1155			940	554

表一参. 4(3) 軸方向鉄筋ひずみ測定結果 (CASE3)

観 測	柱内側(内面)							柱外側(外面)							はり上側(上面)							はり下側(内面)							(単位: μ)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	
予備鉄筋 8mm	117	160	268	595	749	470	115	120	141	474	439	584	83	15	93	150	187	534	729	234	15	97	139	355	554	762	810	126	
予備鉄筋 12mm	181	581	679	834	1020	735	193	221	234	877	859	934	300	22	157	394	750	949	1102	873	33	129	579	734	949	1151	872	263	
1δy	1波目	479	803	847	1048	1201	950	366	564	1097	1045	1135	456	31	289	614	999	1200	1314	1190	99	290	809	950	1184	1431	1069	412	
	2波目	435	799	834	1022	1156	949	312	590	813	1106	1043	1142	435	33	330	658	1025	1218	1313	1211	137	322	814	948	1162	1400	1054	435
	3波目	435	794	825	1007	1130	947	246	497	630	1103	1043	1140	502	39	353	677	1032	1220	1305	1214	158	337	815	940	1151	1335	1043	449
2δy	1波目	920	1275	1315	1543	1758	1659	915	903	1235	1751	1650	1650	1226	279	1078	1351	1790	2028	2528	2085	1602	1092	1369	1527	1853	2809	1822	1023
	2波目	917	1245	1285	1508	1702	1595	811	905	1193	1657	1618	1901	1323	309	1108	1329	1707	1922	2042	2099	1667	1084	1351	1506	1828	2784	1827	1051
	3波目	917	1234	1277	1490	1675	1572	736	905	1188	1643	1593	1830	1335	312	1109	1327	1656	1855	2070	2051	1665	1083	1343	1497	1806	2795	1840	1071
3δy	1波目	956	1276	1318	1534	1679	1543	620	1013	1313	1799	1745	2038	1449	340	1232	1458	1853	2066	12253	11997	1761	1129	1400	1570	1908	12655	2008	1650
	2波目	937	1241	1255	1435	1612	1439	478	958	1245	1693	1655	2054	1518	357	1187	1401	1750	1959		12285	1849	1102	1365	1534	1870		2055	1815
	3波目	923	1220	1264	1478	1610	1500	415	951	1215	1656	1639	2080	1556	383	1165	1371	1703	1923		1910	1037	1347	1514	1836		2061	1857	
4δy	1波目	944	1243	1308	1594	1925	1785	313	1037	1334	1815	1784	2197	1674	423	1265	1495	1858	2100		2056	1113	1377	1551	1902		2170	2920	
	2波目	893	1176	1241	1552	1951	1841	147	975	1240	1679	1566	2113	1703	435	1195	1430	1727	1959		2141	1054	1301	1458	1795		3184	3450	
	3波目	854	1124	1192	1521	1970	1852	85	941	1193	1624	1626	2115	1722	426	1163	1359	1655	1902		2120	1005	1242	1406	1718		3229	3814	
5δy	1波目	845	1118	1193	1597	2211	2017	65	1006	1284	1743	1743	9555	1800	411	1230	1444	1730	2028		12258	996	1242	1413	1766		4285	7828	
	2波目	754	939	1068	1426	2040	1795	400	520	679	849	858		938	117	219	743	804	745		837	1091	1274	1631		4285	8470		
	3波目	699	914	992	1324	1854	1578	36	424	505	683	702		712	95	560	602	635	572		820	1110	1190	1549		4281	8542		
6δy	1波目	725	949	1029	1381	1955	1501	28	424	506	683	707		712	99	549	605	636	577		851	1149	1240	1676		8139	10633		
	2波目	667	859	943	1240	1633	1076	44	383	455	618	640		677	107	501	538	554	430		779	1065	1153	1609		8757	10949		
	3波目	628	816	834	1142	1412	835		359	425	578	601		644	105	471	506	513	443		734	1008	1094	1562		8793	11036		
7δy	1波目	672	874	944	1202	1478	1143		383	457	620	647		699	108	535	539	547	464		785	990	1174	1723		12289	12279		
	2波目	637	829	833	1084	1243	963		342	395	538	565		634	111	478	457	452	347		744	1023	1126	1639					
	3波目	583	763	813	955	1067	593		329	383	516	549		644	111	458	449	438	309		690	853	1053	1634					

表一参. 4(4) 軸方向鉄筋ひずみ測定結果 (CASE4)

区 画		柱内側(内面)							柱外側(外面)							はり上側(外面)							はり下側(内面)						
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
予備鉄筋 12mm		183	390	527	535	683	536	218	272	379	578	534	608	215	21	401	572	715	845	756	749	122	387	583	617	754	844	675	252
予備鉄筋 18mm		513	680	824	855	1019	814	341	561	644	899	857	951	431	65	765	901	1063	1212	1107	1125	782	744	951	935		1254	1021	436
1δy	1波目	578	733	877	914	1077	878	395	644	713	959	939	1019	563	99	849	957	1134	1273	1180	1185	919	806	1021	1045		1319	1101	572
	2波目	583	735	876	913	1071	880	409	558	728	934	957	1037	593	107	872	932	1147	1285	1199	1192	955	812	1025	1044		1306	1102	600
	3波目	594	733	873	912	1068	831	416	630	735	990	954	1044	607	111	830	920	1152	1285	1206	1195	976	815	1024	1042		1233	1103	619
2δy	1波目	1008	1210	1347	1412	1659	1614	758	1195	1314	1584	1691	1855	1325	631	1549	1653	1977	2221	2770	2293	1978	1279	1609	1571		2153	1936	1441
	2波目	973	1164	1292	1365	1603	1503	530	1166	1271	1634	1675	1971	1450	654	1502	1573	1859	2101	2750	2281	1947	1232	1542	1503		2067	1895	1394
	3波目	952	1139	1262	1342	1582	1477	452	1143	1252	1612	1652	1979	1479	670	1475	1539	1824	2050	2694	2216	1908	1201	1509	1459		2027	1870	1333
3δy	1波目	990	1181	1316	1435	1703	808	12300	1220	1413	1807	1858	2283	1654	732	1656	1731	2034	3182	12283	5457	2065	1247	1574	1558		12176	2061	1772
	2波目	939	1125	1282	1412	1763			1137	1244	1607	1735	2269	1670	717	1457	1501	1782	3006		5369	1970	1183	1485	1481		1374	1673	
	3波目	891	1075	1209	1373	1747	12277			834	953	1252	1405	1917	12266	12282	1119	1127	1311	2271		4359	959	1122	1474	1419		1931	1694
4δy	1波目	891	1077	1227	1442	1909			714	768	994	1105	1506			831	852	972	1837		12270	12267	1121	1433	1541		2024	1977	
	2波目	816	992	1133	1342	1780			558	615	797	832	1233			659	640	710	1439			12267	1026	1317	1510		2015	1993	
	3波目	771	942	1077	1287	1693			392	558	726	823	1160			617	569	630	1420			12267	972	1243	1478		1978	1949	
5δy	1波目	807	937	1143	1395	1835			595	512	795	910	1269			672	617	682	1449			12267	1015	1322	1649		2093	2065	
	2波目	747	917	1061	1293	1837			506	520	681	805	1175			553	484	529	1332			12267	935	1217	1583		2037	2007	
	3波目	701	853	993	1225	1579			428	450	604	730	1094			482	406	442	1260			12267	830	1145	1514		1955	1911	

表一参. 4(5) 軸方向鉄筋ひずみ測定結果(CASE5)

鉄荷		柱内側(内面)																柱外側(外面)																梁上側(外面)							梁下側(内面)																
		CH 28		CH 29		CH 30		CH 31		CH 32		CH 33		CH 34		CH 35		CH 36		CH 37		CH 38		CH 39		CH 40		CH 41		CH 42		CH 43		CH 44		CH 45		CH 46		CH 47		CH 48		CH 49		CH 50		CH 51		CH 52		CH 53		CH 54		CH 55	
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7																												
F 鋼板	8mm	118	150	183	333	949	756	185	95	112	119	204	265	33	5	71	91	121	339	383	70	7	95	120	204	878	1106	816	63																												
	10mm	132	180	476	835	1126	913	223	105	144	128	347	779	54	5	84	109	173	893	731	179	9	102	131	332	1133	1335	974	78																												
	13mm	154	353	777	1029	1255	1025	295	132	354	521	765	1132	92	7	111	220	500	1271	1072	657	10	114	271	650	1307	1529	1103	59																												
1δy	1波目	175	525	911	1155	1381	1135	352	159	571	712	977	1285	128	9	117	459	580	1445	1243	904	12	129	441	1090	1444	1703	1230	120																												
	2波目	179	561	924	1156	1355	1140	354	165	610	735	990	1278	139	9	118	563	937	1432	1245	953	13	129	487	1151	1450	1714	1251	132																												
	3波目	182	587	926	1152	1352	1133	355	165	617	745	992	1268	145	9	117	602	1024	1417	1243	976	14	132	510	1163	1438	1697	1255	138																												
2δy	1波目	640	993	1187	1429	1749	1657	606	717	1242	1309	1558	1877	442	17	555	1192	1553	2100	1995	1952	145	739	817	1575	1777	12250	1696	281																												
	2波目	744	1011	1185	1408	1690	1597	634	728	1185	1231	1448	1859	559	22	633	1141	1551	1945	2024	2074	235	816	857	1572	1761	1733	1696	361																												
	3波目	779	1025	1183	1395	1623	1524	699	740	1176	1223	1432	1853	637	25	653	1132	1535	1912	2027	2095	290	850	879	1573	1753	1845	1696	429																												
3δy	1波目	893	1133	1284	1468	1675	1450	836	862	1311	1376	1602	2022	559	42	782	1265	1709	2122	12263	3524	355	959	938	1718	1891	2145	1696	651																												
	2波目	835	1117	1251	1390	1497	1219	693	838	1243	1315	1528	2091	1273	127	767	1204	1616	1979		12232	559	972	935	1673	1849	2180	1696	923																												
	3波目	873	1094	1220	1330	1353	1030	519	837	1230	1303	1521	2158	1419	204	770	1183	1555	1953			680	954	981	1633	1807	2187	1696	1113																												
4δy	1波目	893	1108	1230	1306	1341	1231	13340	902	1323	1404	1628	22321	1593	313	837	1279	1713	2138			885	979	992	1665	1878	2129	1696	1592																												
	2波目	845	1047	1154	1204	1210	3018		858	1260	1351	1576		1695	517	807	1215	1635	2056			1273	942	958	1571	1756	2123	1696	1592																												
	3波目	808	1001	1102	1132	1094	4304		843	1218	1316	1552		1709	645	783	1177	1580	1936			1633	903	925	1436	1675		2241																													
5δy	1波目	821	1019	1118	1143	1190	1390		907	1314	1414	1675		1793	762	845	1267	1634	2103			1825	921	937	1526	1718		3393																													
	2波目	789	976	1070	1095	1102	597		855	1235	1343	1591		1778	926	806	1195	1599	2003			2073	838	908	1458	1635		5639																													
	3波目	761	940	1026	1037	1023	3783		845	1203	1309	1544		1731	933	789	1159	1553	1952			2399	884	832	1399	1567		6794																													
6δy	1波目	780	957	1052	1045	1043	6919		916	1314	1422	1685		1845	1104	855	1269	1695	2102			3509	833	900	1442	1630		12251																													
	2波目	697	858	927	858	841	2492		872	1239	1350	1597		1830	1259	818	1200	1593	1958			5553	805	825	1276	1452																															
	3波目	600	738	783	705	635	12331		843	1194	1306	1543		1803	1259	794	1156	1544	1897			8302	718	732	1085	1243																															
7δy	1波目	432	594	629	562	616			910	1293	1418	1705		1935	1263	855	1257	1674	2039			12239	595	600	881	924																															
	2波目	351	432	453	334	438			853	1203	1332	1620		1959	1293	806	1168	1554	1937				452	451	613	658																															
	3波目	318	390	410	345	404			824	1152	1234	1567		1933	1185	776	1126	1482	1851				412	411	549	593																															
8δy	1波目	313	334	402	351	472			855	1218	1355	1693		2040	1022	812	1189	1565	1956				410	407	548	597																															
	2波目	271	334	347	300	434			671	910	1034	1256		1580	732	626	835	1095	762				357	357	475	519																															
	3波目	263	322	335	233	410			433	637	732	837		1042	6	453	629	743	339				350	348	453	524																															

表一参. 4(6) 軸方向鉄筋ひずみ測定結果(CASE6)

観荷		柱内側(内面)																柱外側(外面)																梁上側(外面)							梁下側(内面)							(単位:μ)									
		CH 28		CH 29		CH 30		CH 31		CH 32		CH 33		CH 34		CH 35		CH 36		CH 37		CH 38		CH 39		CH 40		CH 41		CH 42		CH 43		CH 44		CH 45		CH 46		CH 47		CH 48		CH 49		CH 50		CH 51		CH 52		CH 53		CH 54		CH 55	
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7																												
F鋼板	8mm	139	164	221	537	852	650	255	115	128	181	251	385	58	8	51	165	163	639	644	252	10	114	154	287	917	1044	753	82																												
	12mm	185	511	642	922	1101	845	325	150	202	477	743	785	126	13	63	526	435	1049	1050	1015	24	232	458	672	1206	1392	1009	154																												
	15mm	413	713	855	1055	1255	993	394	207	471	753	992	938	220	16	119	811	857	1265	1306	1331	37	380	753	917	1330	1620	1200	232																												
1δy	1波目	576	825	953	1178	1358	1093	458	387	597	653	1100	1094	305	20	238	551	1012	1374	1448	1435	58	527	834	1052	1495	1747	1350	321																												
	2波目	617	842	970	1174	1339	1095	477	443	614	650	1092	1087	328	22	267	959	1017	1359	1435	1478	64	577	924	1068	1497	1737	1371	353																												
	3波目	631	845	970	1165	1320	1083	435	457	618	659	1083	1077	341	22	274	951	1020	1339	1417	1450	72	595	931	1074	1481	1720	1375	371																												
2δy	1波目	940	1137	1265	1454	1593	1534	1092	976	1101	1330	1685	1773	1121	233	600	1565	1682	2378	12237	6823	1175	923	1233	1443	1914	12245	1833	807																												
	2波目	927	1102	1219	1391	1453	1331	895	918	1023	1264	1543	1757	1179	304	558	1427	1539	2295		12219	1263	914	1260	1409	1833		1913	917																												
	3波目	924	1091	1203	1358	1417	1347	823	912	1009	1247	1519	1745	1183	327	565	1429	1520	2264			1297	918	1252	1333	1813		1927	1010																												
3δy	1波目	942	1167	1217	1376	1447	1310	444	1020	1130	1339	1692	1904	1294	335	640	1569	1692	2828			1424	940	1278	1438	1915		2129	3516																												
	2波目	926	1085	1193	1345	1418	1301	312	970	1070	1315	1631	2108	1422	665	604	1476	1591	2747			1547	923	1255	1414	1891		2143	8433																												
	3波目	911	1065	1169	1328	1407	1307	276	938	1035	1274	1601	2170	1452	756	585	1416	1535	2673			1665	918	1233	1393	1843		2126	10037																												
4δy	1波目	950	1114	1229	1423	1655	1535	12138	1035	1151	1419	1770	3879	1554	851	653	1587	1708	3143			2094	954	1283	1451	1930		2210	12247																												
	2波目	913	1067	1184	1390	1651	1573		950	1052	1293	1613	6394	1471	687	597	1435	1558	2397			2156	921	1232	1400	1841		2190																													
	3波目	892	1043	1157	1355	1654	1597		928	1024	1260	1559	6525	1456	591	580	1392	1513	2336			3333	900	1203	1367	1792		2100																													
5δy	1波目	919	1070	1205	1435	1891	1827		1033	1143	1410	1745	12310	1569	579	543	1565	1695	3353			12239	923	1236	1407	1824		2210																													
	2波目	870	1014	1143	1330	1854	1816		954	1054	1308	1630		1544	556	603	1445	1569	3281				845	1125	1233	1789		2157																													
	3波目	834	974	1109	1332	1839	1783		944	1040	1277	1595		1529	552	583	1407	1529	3212				878	1173	1343	1809		2157																													
6δy	1波目	651	995	1140	1400	2015	2558		1029	1142	1406	1754		1637	576	649	1554	1683	3758				857	1145	1318	1838		2826																													
	2波目	795	932	1071	1311	1959	2631		954	1043	1287	1628		1645	540	594	1416	1539	3505				806	1073	1240	1754																															
	3波目	757	882	1023	1264	1959	2595		835	934	1207	1578		1613	375	557	1323	1439	3480				766	1020	1182	1697		12245																													
7δy	1波目	771	905	1045	1314	2039	3255		934	1026	1275	1767		1700	357	581	1385	1507	3545				781	1040	1209	1792																															
	2波目	714	834	974	1240	1992	3132		824	903	1125	1785		1670	329	509	1206	1310	3273				725	953	1127	1697																															
	3波目	654	777	912	1187	1959	2939		755	825	1033	1747		1572	257	458	1097	1190	3105				676	900	1053	1610																															
8δy	1波目	677	793	939	1271	6533	3078		795	876	1107	1892		1630	220	434	1167	1264	3221				687	915	1074	1670																															
	2波目	608	709	845	1174	6900	2739		681	750	953	1780		1554	195	420	935	1065	2928				618	822	971	1512																															
	3波目	552	647	783	1079	6547	2476		607	655	852	1633		1452	118	374	855	945	2782				562	747	893	1333																															
9δy	1波目	562	655	774	1120	6314	2455		616	675	874	1652		1721	148	330	890	952	2755				559	759	901	1440																															
	2波目	435	565	659	973	6367	2142		431	542	697	1376		1435	94	302	690	742	2459				435	650	791	1276																															
	3波目	441	511	605	890	6139	2114		427	470	600	1195		1218	12278	257	554	637	2330				443	597	720	1160																															

表一参. 9(1) 帯鉄筋ひずみ測定結果(CASE5)

(単位: μ)

載荷		1断面				2断面				3断面				帯鉄筋平均値		
		CH: 56	CH: 57	CH: 58	CH: 59	CH: 60	CH: 61	CH: 62	CH: 63	CH: 64	CH: 65	CH: 66	CH: 67	F1	F2	F3
		F11	F12	F13	F14	F21	F22	F23	F24	F31	F32	F33	F34	(1+2)/2	(1+2)/2	(1+2)/2
予備載荷	8mm	31	13	31	31	16	28	35	40	—	97	49	41	22	22	97
	10mm	36	7	33	60	12	25	35	39	—	78	40	55	22	19	78
	13mm	68	-4	31	72	10	23	43	52	—	72	129	62	32	16	72
1 δy (15mm)	1波目	109	-2	36	82	10	22	55	54	—	73	207	71	53	16	73
	2波目	117	0	34	66	10	27	51	54	—	72	213	71	58	18	72
	3波目	121	0	34	61	12	22	54	58	—	66	216	67	61	17	66
2 δy (30mm)	1波目	236	42	40	69	12	52	25	94	—	195	383	104	139	32	195
	2波目	257	52	36	63	12	58	34	12	—	241	691	57	154	35	241
	3波目	265	60	37	57	12	61	31	13	—	291	659	109	162	36	291
3 δy (45mm)	1波目	292	86	31	70	37	58	37	70	—	791	878	430	189	47	791
	2波目	297	99	24	54	79	52	16	94	—	1154	832	478	198	65	1154
	3波目	314	108	16	48	60	49	12	123	—	1381	956	512	211	54	1381
4 δy (60mm)	1波目	320	132	18	54	446	52	24	377	—	1860	1141	618	226	249	1860
	2波目	349	144	16	48	543	48	491	432	—	2198	1087	788	247	296	2198
	3波目	350	141	13	37	618	76	772	629	—	2265	1299	854	245	347	2265
5 δy (75mm)	1波目	353	154	52	44	842	947	1846	959	—	2348	1704	884	254	894	2348
	2波目	361	154	78	36	886	1154	2396	1018	—	2283	1752	614	257	1020	2283
	3波目	359	154	82	30	946	1154	2634	1025	—	2052	1877	473	256	1050	2052
6 δy (90mm)	1波目	365	165	92	40	1228	1259	3061	1095	—	2046	2204	279	265	1244	2046
	2波目	356	148	24	28	1290	1019	3040	1171	—	1363	2007	633	252	1155	1363
	3波目	353	148	24	34	1245	938	3009	1165	—	878	1845	22418	251	1092	878
7 δy (105mm)	1波目	357	156	27	42	1177	1106	3109	1180	—	732	1596		256	1141	732
	2波目	367	160	33	45	844	1066	2959	854	—	851	1396		264	955	851
	3波目	387	178	34	48	829	1028	2988	836	—	1075	1213		282	928	1075
8 δy (120mm)	1波目	402	142	28	64	842	980	3106	933	—	1028	1305		272	911	1028
	2波目	326	97	31	39	786	932	3078	815	—	1154	1384		212	859	1154
	3波目	224	51	38	36	787	959	3158	818	—	820	1536		138	873	820

表一参. 9(2) 帯鉄筋ひずみ測定結果(CASE5)

(単位: μ)

載荷		4断面				5断面				6断面				帯鉄筋平均値		
		CH: 68	CH: 69	CH: 70	CH: 71	CH: 72	CH: 73	CH: 74	CH: 75	CH: 76	CH: 77	CH: 78	CH: 79	F4	F5	F6
		F41	F42	F43	F44	F51	F52	F53	F54	F61	F62	F63	F64	(1+2)/2	(1+2)/2	(1+2)/2
予備載荷	8mm	14	20	15	69	25	39	16	49	29	18	7	7	17	32	23
	10mm	26	16	10	78	41	42	16	37	39	24	4	7	21	41	32
	13mm	34	17	0	86	41	40	55	19	46	35	3	12	26	41	40
1 δy (15mm)	1波目	39	14	0	120	40	40	54	25	61	39	4	13	27	40	50
	2波目	35	12	1	135	39	40	52	22	63	38	3	15	23	39	50
	3波目	34	10	1	144	37	41	55	19	63	40	3	15	22	39	51
2 δy (30mm)	1波目	1073	37	24	201	39	52	61	48	108	60	10	22	555	46	84
	2波目	1501	54	57	220	39	40	55	9	112	56	12	26	777	39	84
	3波目	1874	55	76	226	50	36	48	1	124	49	15	28	965	43	86
3 δy (45mm)	1波目	2996	84	208	347	1155	40	55	-7	376	44	16	49	1540	597	210
	2波目	3246	102	297	456	2303	52	55	97	807	90	45	68	1674	1177	449
	3波目	3225	127	351	635	2539	60	59	299	1101	211	70	86	1676	1299	656
4 δy (60mm)	1波目	4845	515	512	1084	2901	328	151	448	1708	1532	109	183	2680	1614	1620
	2波目	4676	1031	626	1286	2945	877	265	542	2059	2169	182	270	2854	1911	2114
	3波目	4048	1226	682	1463	5326	1023	372	663	1797	2383	253	325	2637	3174	2090
5 δy (75mm)	1波目	3975	1408	959	1898	5063	934	607	1067	2008	2477	327	280	2691	2998	2242
	2波目	3505	1442	1056	2019	4450	855	591	1023	1984	2464	360	195	2473	2652	2224
	3波目	3261	1333	1239	2081	4227	944	601	993	1911	2507	374	139	2297	2585	2209
6 δy (90mm)	1波目	3387	1346	2012	2877	4070	1084	595	1189	2233	7806	462	153	2366	2577	5019
	2波目	3281	1102	2033	3866	4039	1228	881	1281	2152	11908	621	133	2192	2633	7030
	3波目	3237	852	2475	4620	4048	1357	823	1070	2032	11568	1003	164	2044	2703	6800
7 δy (105mm)	1波目	3248	739	2884	3022	3939	1559	1078	1069	2033	11156	2234	307	1994	2749	6595
	2波目	3026	374	3177	3619	3708	1536	163	1278	1858	11107	3105	315	1700	2622	6483
	3波目	2801	326	2842	24636	3573	1312	439	850	1920	10988	3248	353	1563	2443	6454
8 δy (120mm)	1波目	2546	255	2744		3545	1330	980	1188	2189	11388	3577	455	1400	2437	6789
	2波目	2108	-38	2836		2271	1127	959	711	1727	11050	3967	440	1035	1699	6388
	3波目	-14	-71	2576		15	1078	1055	862	24582	10466	3999	337	-42	547	17524

表一参. 9(3) 帯鉄筋ひずみ測定結果(CASE5)

(単位: μ)

載荷		7断面				8断面				9断面				帯鉄筋平均値		
		CH: 80	CH: 81	CH: 82	CH: 83	CH: 84	CH: 85	CH: 86	CH: 87	CH: 88	CH: 89	CH: 90	CH: 91	F7	F8	F9
		F71	F72	F73	F74	F81	F82	F83	F84	F91	F92	F93	F94	(1+2)/2	(1+2)/2	(1+2)/2
予備載荷	8mm	-9	7	49	37	31	21	25	42	49	63	-7	42	-1	26	56
	10mm	-12	4	52	40	31	12	31	65	54	63	-9	49	-4	22	58
	13mm	-13	7	56	48	31	17	34	74	90	76	-5	66	-3	24	83
1 δy (15mm)	1波目	3	7	63	52	36	20	37	79	141	102	0	72	5	28	122
	2波目	9	6	64	49	36	17	37	77	166	118	3	73	7	26	142
	3波目	12	7	61	46	31	18	37	77	183	120	3	79	10	25	151
2 δy (30mm)	1波目	48	1	104	66	55	27	54	120	464	381	13	556	25	41	423
	2波目	49	6	100	55	55	27	55	76	495	424	16	523	27	41	460
	3波目	54	1	100	55	60	32	57	72	578	445	18	589	28	46	511
3 δy (45mm)	1波目	64	1	116	67	61	53	76	97	1234	797	48	1140	33	57	1016
	2波目	66	1	96	70	67	61	86	124	1374	1012	60	1090	34	64	1193
	3波目	68	6	88	72	67	63	93	158	1429	1226	71	960	37	65	1327
4 δy (60mm)	1波目	79	1	97	76	67	58	100	318	1647	1559	72	1113	40	63	1603
	2波目	78	1	96	79	37	44	166	374	1640	1500	168	889	40	40	1570
	3波目	84	1	92	79	50	41	344	385	1586	1702	286	770	43	45	1644
5 δy (75mm)	1波目	91	1	90	82	61	54	444	517	1800	1913	510	736	46	58	1857
	2波目	88	6	88	79	72	48	716	514	1730	2163	632	508	47	60	1947
	3波目	87	1	80	76	84	43	840	487	1645	2064	619	652	44	63	1854
6 δy (90mm)	1波目	84	-4	88	82	108	49	949	485	1800	1994	727	711	40	78	1897
	2波目	76	-4	80	78	123	39	1144	462	1623	2140	824	582	36	81	1882
	3波目	69	-2	82	56	145	27	1099	473	1356	1902	809	523	33	86	1629
7 δy (105mm)	1波目	58	-4	96	54	180	21	1167	404	1305	1898	853	680	27	100	1602
	2波目	46	-4	92	51	156	21	1476	331	970	1479	671	691	21	88	1224
	3波目	24	-4	100	55	195	24	1611	331	720	1427	598	580	10	109	1073
8 δy (120mm)	1波目	25	-4	94	34	431	21	1614	312	790	1790	580	625	11	226	1290
	2波目	31	-10	74	39	433	25	1455	264	699	1842	565	669	10	229	1270
	3波目	29	0	64	30	421	20	1281	242	911	1824	572	783	15	220	1368

表一参. 9(4) 帯鉄筋ひずみ測定結果(CASE5)

(単位: μ)

載荷		10断面				11断面				12断面				帯鉄筋平均値		
		CH: 92	CH: 93	CH: 94	CH: 95	CH: 96	CH: 97	CH: 98	CH: 99	CH: 100	CH: 101	CH: 102	CH: 103	F1	F2	F3
		F101	F102	F103	F104	F111	F112	F113	F114	F121	F122	F123	F124	(1+2)/2	(1+2)/2	(1+2)/2
予備載荷	8mm	49	48	22	283	24	39	-7	34	49	52	15	32	48	31	50
	10mm	48	37	24	366	28	42	-4	37	40	37	16	55	43	35	38
	13mm	50	40	27	469	31	40	0	31	49	39	19	105	45	36	44
1 δy (15mm)	1波目	64	40	28	528	30	40	0	31	37	37	21	124	52	35	37
	2波目	89	40	27	532	27	36	0	31	32	29	18	123	64	31	31
	3波目	108	40	27	537	27	36	0	31	31	28	18	121	74	31	30
2 δy (30mm)	1波目	1331	37	28	2174	147	49	0	718	49	28	22	633	684	98	39
	2波目	1710	28	33	1457	439	51	1	845	73	27	22	846	869	245	50
	3波目	1949	28	36	1165	761	51	3	767	167	36	22	889	989	406	102
3 δy (45mm)	1波目	2593	34	54	1209	2704	78	7	989	1523	180	25	1911	1313	1391	852
	2波目	2630	28	63	1309	4460	117	4	1135	2065	424	21	1843	1329	2289	1245
	3波目	2655	23	69	1387	9443	169	7	989	2352	474	22	1614	1339	4806	1413
4 δy (60mm)	1波目	2730	40	105	1714	14391	244	49	1078	2765	1357	19	1834	1385	7318	2061
	2波目	2628	42	291	1294	16002	327	176	475	2915	1963	21	1385	1335	8164	2439
	3波目	2717	52	419	552	16724	424	287	319	3160	2069	76	1100	1384	8574	2615
5 δy (75mm)	1波目	3711	144	698	697	18608	564	530	283	15327	10728	132	1	1927	9586	13027
	2波目	4741	435	742	538	18242	638	714	129	15691	13544	203	-4	2588	9440	14617
	3波目	4945	633	693	564	17728	737	802	49	15301	14520	275	-5	2789	9232	14910
6 δy (90mm)	1波目	7803	896	827	29	17385	878	1106	49	15949	24591	335	5268	4349	9132	20270
	2波目	7506	1582	691	29	16495	1160	1115	49	15272		404	33	4544	8827	15272
	3波目	7067	1022	575	29	16050	1224	1020	49	14979		446	0	4045	8637	14979
7 δy (105mm)	1波目	6982	1382	501	57	16094	930	998	49	15805		502	100	4182	8512	15805
	2波目	6588	1084	443	48	15914	1016	891	49	15541		526	31	3836	8465	15541
	3波目	6567	1254	407	48	15889	916	831	4335	15317		500	248	3911	8402	15317
8 δy (120mm)	1波目	6507	1164	413	348	15937	950	840	791	15585		628	796	3836	8444	15585
	2波目	6504	1251	362	345	15889	923	765	8201	15135		626	475	3878	8406	15135
	3波目	6646	22	368	540	15966	910	758	2572	14205		570	11289	3334	8438	14205

表一参. 10(1) 帯鉄筋ひずみ測定結果(CASE6)

載荷		1断面				2断面				3断面				帯鉄筋平均値		
		CH: 56	CH: 57	CH: 58	CH: 59	CH: 60	CH: 61	CH: 62	CH: 63	CH: 64	CH: 65	CH: 66	CH: 67	F1	F2	F3
		F11	F12	F13	F14	F21	F22	F23	F24	F31	F32	F33	F34	(1+2)/2	(1+2)/2	(1+2)/2
予備載荷	8mm	35	31	61	60	64	28	49	64	324	198	67	60	33	46	261
	12mm	117	3	150	125	114	40	64	78	415	315	138	72	60	77	365
	15mm	203	0	202	155	60	37	73	94	591	391	117	86	102	48	491
1 δy (17mm)	1波目	259	3	219	161	49	16	78	99	932	437	117	90	131	32	685
	2波目	283	6	215	163	58	15	78	94	1048	438	117	86	144	37	743
	3波目	296	7	213	155	64	15	78	99	1090	432	111	90	152	39	761
2 δy (34mm)	1波目	473	28	272	183	748	70	230	180	1527	1240	252	150	251	409	1384
	2波目	488	34	246	162	1106	51	218	194	1500	1588	640	276	261	579	1544
	3波目	501	34	236	161	1043	49	203	184	1499	1710	604	287	268	546	1605
3 δy (51mm)	1波目	498	42	253	161	1974	41	510	326	2083	1840	1425	409	270	1008	1961
	2波目	497	45	242	148	1803	51	726	340	2022	1785	1388	410	271	927	1904
	3波目	490	42	234	136	1868	63	846	358	1919	1755	1332	457	266	965	1837
4 δy (68mm)	1波目	506	48	259	144	2542	592	1512	1020	1944	2007	1476	665	277	1567	1975
	2波目	481	49	234	132	2564	975	1596	990	1535	1855	1249	535	265	1769	1695
	3波目	466	48	226	125	2597	1012	1775	987	1355	1749	1102	446	267	1804	1552
5 δy (85mm)	1波目	480	54	253	132	3689	1491	2611	1332	1525	1923	951	619	267	2590	1724
	2波目	438	49	229	120	3707	1318	2461	1260	474	1804	818	643	244	2513	1139
	3波目	408	48	221	110	3588	1231	2606	1225	262	1730	24512	657	228	2409	996
6 δy (102mm)	1波目	401	51	241	106	3906	1478	2756	1523	280	1947		1080	226	2692	1113
	2波目	335	48	218	84	3610	1286	2372	1441	634	1803		983	192	2448	1219
	3波目	303	45	204	73	3437	1213	2048	1411	519	1612		932	174	2325	1066
7 δy (119mm)	1波目	291	38	205	66	3886	1394	1920	1645	352	1662		1112	165	2640	1007
	2波目	239	39	174	54	3666	1162	1842	1592	340	1564		24619	139	2414	952
	3波目	208	37	172	47	3470	1011	1856	1544	17353	1420			122	2241	9386
8 δy (136mm)	1波目	208	40	169	48	3568	970	1832	1711	8395	1366			124	2269	4880
	2波目	182	37	152	48	3265	815	1835	1629	13718	1371			110	2040	7544
	3波目	168	48	149	48	3083	815	1868	1537	13728	1127			108	1949	7427
9 δy (153mm)	1波目	169	66	154	60	3017	815	2024	1599	11354	1231			117	1916	6292
	2波目	144	55	133	62	2820	851	2186	1496	397	1079			100	1835	738
	3波目	139	49	109	67	2734	780	2198	1412	1125	1079			94	1757	1102

表一参. 10(2) 帯鉄筋ひずみ測定結果(CASE6)

載荷		4断面				5断面				6断面				帯鉄筋平均値		
		CH: 68	CH: 69	CH: 70	CH: 71	CH: 72	CH: 73	CH: 74	CH: 75	CH: 76	CH: 77	CH: 78	CH: 79	F4	F5	F6
		F41	F42	F43	F44	F51	F52	F53	F54	F61	F62	F63	F64	(1+2)/2	(1+2)/2	(1+2)/2
予備載荷	8mm	25	19	30	46	26	51	7	65	24	32	7	3	22	39	28
	12mm	100	10	42	67	28	52	11	136	40	51	9	83	55	40	46
	15mm	314	4	95	76	25	58	13	184	51	68	10	144	159	42	59
1 δy (17mm)	1波目	806	37	72	84	18	52	10	210	63	74	7	169	421	35	68
	2波目	990	50	55	84	13	51	10	208	61	72	7	169	520	32	67
	3波目	1070	61	62	84	13	51	10	211	57	69	7	167	555	32	63
2 δy (34mm)	1波目	2366	778	273	257	88	54	46	353	1295	771	107	336	1572	71	1033
	2波目	2682	912	280	234	365	151	63	337	1490	876	124	309	1797	258	1183
	3波目	3008	1063	318	252	668	1139	58	338	1541	879	129	276	2036	904	1210
3 δy (51mm)	1波目	4120	2020	672	243	3201	14748	112	498	1706	995	160	372	3070	8975	1350
	2波目	3871	1553	1003	223	7606	15342	124	519	2319	1436	198	446	2712	11474	1877
	3波目	24507	1456	1026	215	9428	15692	75	595	2390	1556	279	451		12560	1973
4 δy (68mm)	1波目		1734	1609	257	18162	19758	171	828	2286	1814	587	503		18960	2050
	2波目		1666	1482	255	20360	20483	58	816	1996	1835	736	513		20421	1915
	3波目		1692	1404	254	20230	20415	-3	784	1988	1841	831	506		20322	1915
5 δy (85mm)	1波目		1921	1352	311	19204	19947	135	885	2255	2004	1027	799		19576	2130
	2波目		1883	1364	364	18954	19972	147	816	2182	2058	878	810		19463	2120
	3波目		1702	1499	385	18768	19923	121	798	2041	2093	968	796		19346	2067
6 δy (102mm)	1波目		1770	1572	502	18872	20206	159	1067	2231	2240	1154	1081		19539	2236
	2波目		1734	2128	573	18687	20151	124	24523	2078	2184	1122	1106		19419	2131
	3波目		1448	1934	577	18574	20086	106		1893	2156	1042	1029		19330	2024
7 δy (119mm)	1波目		1514	592	759	18607	20044	171		2198	2270	767	24591		19326	2234
	2波目		1034	516	688	18135	19616	138		2022	1751	1408			18876	1887
	3波目		3179	9608	632	17976	19422	124		1921	1768	502			18699	1844
8 δy (136mm)	1波目		799	10489	748	16396	18825	147		2375	1972	528				2173
	2波目		1222	20539	641		18728	192		1929	1787	476				1858
	3波目		825	22814	24466		18412	185		1925	1625	431				1775
9 δy (153mm)	1波目		7210	24349			18139	183		1944	1555	617				1749
	2波目		24527				18388	567		1967	1388	614				1678
	3波目						18184	24532		24564	1172	644				12868

表一参. 10(3) 帯鉄筋ひずみ測定結果(CASE6)

(単位: μ)

載荷		7断面				8断面				9断面				帯鉄筋平均値		
		CH: 80	CH: 81	CH: 82	CH: 83	CH: 84	CH: 85	CH: 86	CH: 87	CH: 88	CH: 89	CH: 90	CH: 91	F7	F8	F9
		F71	F72	F73	F74	F81	F82	F83	F84	F91	F92	F93	F94			
予備載荷	8mm	-10	40	54	55	39	20	29	55	60	111	-8	82	(1+2)/2	(1+2)/2	(1+2)/2
	12mm	49	25	62	91	61	32	32	80	158	204	-8	139	15	29	85
	15mm	81	-4	61	120	108	51	37	93	430	244	4	201	37	47	181
1 δy (17mm)	1波目	91	1	64	129	115	60	38	101	632	277	15	232	38	79	337
	2波目	96	5	63	129	115	63	39	101	656	279	13	238	46	88	454
	3波目	97	4	60	121	115	63	37	99	682	288	16	241	51	89	468
2 δy (34mm)	1波目	124	27	71	159	199	137	57	168	1090	1091	46	938	50	89	485
	2波目	120	28	70	159	217	165	70	165	1087	1297	54	848	76	168	1091
	3波目	120	34	70	159	228	186	90	168	1073	1367	72	791	74	191	1192
3 δy (51mm)	1波目	121	39	64	159	211	256	115	247	1358	1558	169	1041	77	207	1220
	2波目	126	36	64	159	193	257	252	296	1382	1528	229	956	80	233	1458
	3波目	130	34	61	156	180	185	316	314	1400	1501	295	866	81	225	1455
4 δy (68mm)	1波目	146	34	60	156	163	180	353	489	1587	1937	638	1052	82	182	1451
	2波目	154	34	57	147	163	180	446	525	1457	1877	733	937	90	172	1762
	3波目	159	34	61	144	157	192	480	533	1420	1742	773	904	94	172	1667
5 δy (85mm)	1波目	183	34	61	144	175	222	541	787	1517	1925	972	1126	96	175	1581
	2波目	184	40	63	135	259	291	696	860	1531	1748	1045	1042	108	199	1721
	3波目	186	40	58	124	299	326	801	897	1326	1567	1030	995	112	275	1639
6 δy (102mm)	1波目	184	40	52	124	347	336	1107	1121	1308	1614	1204	1133	113	313	1447
	2波目	184	48	52	112	491	392	1509	1155	1203	1406	1071	1057	116	442	1305
	3波目	187	51	52	118	571	464	1676	1186	1117	1262	965	1012	119	517	1189
7 δy (119mm)	1波目	181	49	57	118	594	748	1938	1343	1289	1291	997	1067	115	671	1290
	2波目	162	41	63	100	583	899	2031	1323	1173	1193	1054	991	102	741	1183
	3波目	150	28	37	112	553	895	1935	1278	1202	1117	1041	994	89	724	1160
8 δy (136mm)	1波目	147	46	64	118	529	883	2070	1451	1330	1358	1156	1112	98	706	1344
	2波目	133	63	100	118	511	897	1958	1359	1615	1423	1088	1139	98	704	1519
	3波目	123	94	136	124	511	798	1926	1289	1740	1475	1069	1102	108	654	1607
9 δy (153mm)	1波目	120	102	137	135	475	723	1914	1360	1942	1745	1180	1202	108	509	1807
	2波目	102	111	116	124	463	659	1751	1222	1822	1730	1104	1095	106	561	1776
	3波目	99	117	126	132	418	600	1697	1148	1753	1862	1066	1024	108	509	1807

表一参. 10(4) 帯鉄筋ひずみ測定結果(CASE6)

(単位: μ)

載荷		10断面				11断面				12断面				帯鉄筋平均値		
		CH: 92	CH: 93	CH: 94	CH: 95	CH: 96	CH: 97	CH: 98	CH: 99	CH: 100	CH: 101	CH: 102	CH: 103	F1	F2	F3
		F101	F102	F103	F104	F111	F112	F113	F114	F121	F122	F123	F124			
予備載荷	8mm	49	40	24	49	24	30	-7	31	58	46	15	18	(1+2)/2	(1+2)/2	(1+2)/2
	12mm	59	37	22	88	19	18	-8	-4	49	48	16	39	44	27	52
	15mm	333	33	24	124	16	6	-5	10	25	144	16	64	48	19	49
1 δy (17mm)	1波目	976	22	27	144	16	1	-7	31	16	240	16	78	183	11	84
	2波目	1169	15	28	147	16	0	-5	63	13	263	19	82	499	9	128
	3波目	1239	12	28	148	16	0	-4	73	13	280	22	86	592	8	138
2 δy (34mm)	1波目	2643	815	87	433	878	28	12	390	1814	789	49	206	625	8	146
	2波目	2716	1139	94	472	1550	181	15	360	2151	968	64	539	1729	453	1301
	3波目	2674	1250	100	498	2005	1133	15	373	2253	1072	66	610	1928	866	1559
3 δy (51mm)	1波目	5168	1833	144	645	22678	9904	33	929	2875	1960	87	1325	1962	1569	1662
	2波目	5790	1873	192	628	24538	11028	103	774	3272	2895	119	1125	3500	16291	2417
	3波目	5857	1979	267	606		12833	124	721	5692	4289	179	944	3831	17783	3084
4 δy (68mm)	1波目	7680	8132	506	942		24026	136	24497	21181	10440	303	1365	3918		4991
	2波目	8766	11076	609	968			176		21679	10972	330	1295			
	3波目	9564	11457	670	1008			217		21564	10876	336	1297			
5 δy (85mm)	1波目	17236	16509	930	1405			678		23115	11764	418	1496	10510		
	2波目	17763	16634	1210	1405			870		22847	11264	480	1398	16873		
	3波目	17835	16497	1297	1405			914		22054	10767	586	1252	17199		
6 δy (102mm)	1波目	19332	16787	1507	1910			862		22038	10744	740	1276	17166		
	2波目	19353	16413	1513	1757			640		21767	10420	775	1383	18060		
	3波目	19269	16105	1489	24586			499		21518	10135	768	1242	17883		
7 δy (119mm)	1波目	19822	15995	1657				456		21544	9920	805	1228	17687		
	2波目	19458	15743	1620				346		21524	9747	757	1245	17908		
	3波目	19220	15528	1545				263		21685	9735	661	1207	17600		
8 δy (136mm)	1波目	19352	15550	1677				323		21650	9679	691	1499	17374		
	2波目	18897	15357	1453				302		21877	9524	637	1327	17451		
	3波目	18735	15191	1356				242		22062	9601	613	1036	17127		
9 δy (153mm)	1波目	19156	20100	1393				382		22026	9714	709	982	16963		
	2波目	19012	15148	1156				402		21970	9748	566	910	19628		
	3波目	18877	15497	979				342		22201	9664	354	1001	17080		