

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5953871号
(P5953871)

(45) 発行日 平成28年7月20日 (2016. 7. 20)

(24) 登録日 平成28年6月24日 (2016. 6. 24)

(51) Int. Cl.		F I			
E O 4 B	1/24	(2006. 01)	E O 4 B	1/24	L
E O 4 B	1/58	(2006. 01)	E O 4 B	1/58	5 O 8 S
E O 4 H	9/02	(2006. 01)	E O 4 H	9/02	3 O 1

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2012-74185 (P2012-74185)	(73) 特許権者	000000549
(22) 出願日	平成24年3月28日 (2012. 3. 28)		株式会社大林組
(65) 公開番号	特開2013-204306 (P2013-204306A)		東京都港区港南二丁目15番2号
(43) 公開日	平成25年10月7日 (2013. 10. 7)	(74) 代理人	110000176
審査請求日	平成27年2月20日 (2015. 2. 20)		一色国際特許業務法人
		(72) 発明者	大塚 英郎
			東京都港区港南二丁目15番2号 株式会 社大林組内
		(72) 発明者	平田 寛
			東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株 式会社大林組技術研究所内
		(72) 発明者	鈴井 康正
			東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株 式会社大林組技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 柱梁接合構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

柱と鉄骨梁とが剛接合されてなる柱梁接合構造において、
前記鉄骨梁は、該鉄骨梁の基準の断面形状をなす基準断面部と、前記基準断面部よりも前記鉄骨梁の端側に位置されつつ、前記基準断面部よりも梁幅方向に拡幅して断面積が増大した断面積増大部と、を有し、
前記断面積増大部のうちで前記基準断面部よりも梁幅方向の外方に突出した部分に貫通孔が形成されており、
前記鉄骨梁はH形鋼を本体とし、
前記基準断面部は、前記H形鋼であり、
前記断面積増大部は、前記H形鋼のフランジにおける梁幅方向の各端縁に、平面視矩形形状の水平ハンチを溶接して形成されており、
前記水平ハンチに前記貫通孔が形成されていることを特徴とする柱梁接合構造。

【請求項2】

請求項1に記載の柱梁接合構造であって、
前記柱と前記鉄骨梁との接合部は、少なくとも一部が溶接部であり、
前記接合部が全断面降伏する時の梁端での曲げモーメントの大きさよりも、前記基準断面部と前記断面積増大部との境界部が全断面降伏する時の梁端での曲げモーメントの大きさ、及び前記断面積増大部のうちで前記貫通孔が形成された部分が全断面降伏する時の梁端での曲げモーメントの大きさの方が小さくなるように断面設計されていることを特徴と

する柱梁接合構造。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の柱梁接合構造であって、
前記貫通孔は円孔であり、
前記境界部は、二直線が交差した形状の隅角部を有し、
前記境界部が全断面降伏する時の梁端での曲げモーメントの大きさよりも、前記断面積増大部のうち前記貫通孔が形成された部分が全断面降伏する時の梁端での曲げモーメントの大きさの方が小さくなるように断面設計されていることを特徴とする柱梁接合構造。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の柱梁接合構造であって、
前記貫通孔としての円孔が、前記鉄骨梁の長手方向に並んで複数設けられており、
前記長手方向の柱側の端部に近づく程、前記円孔の孔径が小さくなっていることを特徴とする柱梁接合構造。

10

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の柱梁接合構造であって、
前記貫通孔には、何も差し込まれていないことを特徴とする柱梁接合構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、柱と鉄骨梁とが剛接合されてなる柱梁接合構造に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来、図 1 の概略側面図に示すような柱梁架構 1 においては、柱 10 と鉄骨梁 20 とを溶接等で剛接合している。例えば、同図 1 の例では、梁 20 の本体をなす H 形鋼の上下フランジ 20f、20f を柱 10 のダイヤフラム 12、12 等に溶接するとともに、同ウエブ 20w を、ガセットプレート 31 等を介して柱 10 に摩擦接合している。

【0003】

そして、かかる柱梁架構 1 に、地震力や風荷重等の外力が水平方向に入力されると、それによる曲げモーメントは、図 1 中に併記するように、梁 20 のスパン方向（梁 20 の長手方向）の中央側よりも端側（以下、梁端側とも言う）の方で大きくなるため、梁端 20e e にて応力が最大となり、結果、最初に梁端 20e e で全断面降伏して損傷する。すなわち、この場合、梁 20 の全体強度を決定する断面位置は、梁端 20e e となる。なお、以下では、最初に全断面降伏して梁 20 の全体強度を決定する断面位置のことを「危険断面位置」とも言う。

30

【0004】

そして、かかる危険断面位置に、上述のような溶接部が存在していると、当該溶接部は脆性破壊し易いことから、柱梁架構 1 の瞬時倒壊の虞がある。

【0005】

このような梁端 20e e での脆性破壊を防ぐ方法の一例として、図 2 A の斜視図に示すように、梁 20 の本体をなす H 形鋼の端部に水平ハンチ 25 を設けて梁 20 の端部 20e e の断面積を増大することが挙げられる（特許文献 1）。そして、この方法によれば、水平ハンチ 25 による断面積増大作用に基づいて、端部 20e e の断面に作用する応力は低減されるので、危険断面位置は、図 2 B の上面図に示すように、溶接部の在る梁端 20e e から、梁 20 のスパン方向の中央側へ寄った位置に変わる。すなわち、危険断面位置は、水平ハンチ 25 における中央側の端 25e e の位置に移動する。そして、同位置には溶接部が概ね無いことから、脆性破壊起因の柱梁架構 1 の瞬時倒壊を有効に防ぐことができる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2000 - 309980 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、上述のような水平ハンチ25を具備した梁20にあっては、その断面形状が、水平ハンチ25におけるスパン方向の中央側の端25eeの位置で急変することになる。すなわち、同位置を起点として梁幅方向の寸法が拡大していて、これにより断面の断面積が急増している。以下、この断面形状が急変する位置のことを「断面急変位置」と言うが、この断面急変位置では剛性が急変することから、断面の一部たる図2A及び図2B中のA点部分、つまり断面急変位置のうちの隅角部Aに局所的に応力が集中して、当該隅角部Aに大きな塑性ひずみが集中して生じ得る（図7AのFEM解析結果を参照）。すると、当該隅角部Aで集中的に亀裂が発生・進展し得て、その結果、梁20の全体強度の低下を招く虞がある。すなわち、梁幅方向に一様に応力が作用する前提で設計した曲げモーメントの計画値よりも小さい曲げモーメントで梁20が破損する虞がある。

10

【0008】

本発明は、上記のような従来の問題に鑑みなされたものであって、その目的は、水平ハンチ等が設けられて断面積が増大した断面積増大部を端部に有する鉄骨梁と柱とを剛接合する柱梁接合構造において、断面積増大部に隣接する断面急変位置のうちの隅角部に局所的に生じる応力集中を軽減することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

かかる目的を達成するために請求項1に示す発明は、柱と鉄骨梁とが剛接合されてなる柱梁接合構造において、

20

前記鉄骨梁は、該鉄骨梁の基準の断面形状をなす基準断面部と、前記基準断面部よりも前記鉄骨梁の端側に位置されつつ、前記基準断面部よりも梁幅方向に拡幅して断面積が増大した断面積増大部と、を有し、

前記断面積増大部のうちで前記基準断面部よりも梁幅方向の外方に突出した部分に貫通孔が形成されており、

前記鉄骨梁はH形鋼を本体とし、

前記基準断面部は、前記H形鋼であり、

前記断面積増大部は、前記H形鋼のフランジにおける梁幅方向の各端縁に、平面視矩形状の水平ハンチを溶接して形成されており、

30

前記水平ハンチに前記貫通孔が形成されていることを特徴とする。

【0010】

上記請求項1に示す発明によれば、断面積増大部のうちで梁幅方向の外方に突出した部分に貫通孔が形成されているので、基準断面部と断面積増大部との間の剛性差が縮小される。よって、基準断面部と断面積増大部との境界位置、すなわち断面急変位置における隅角部の応力集中を軽減可能となる。

【0011】

請求項2に示す発明は、請求項1に記載の柱梁接合構造であって、

前記柱と前記鉄骨梁との接合部は、少なくとも一部が溶接部であり、

40

前記接合部が全断面降伏する時の梁端での曲げモーメントの大きさよりも、前記基準断面部と前記断面積増大部との境界位置の部分が全断面降伏する時の梁端での曲げモーメントの大きさ、及び前記断面積増大部のうちで前記貫通孔が形成された部分が全断面降伏する時の梁端での曲げモーメントの大きさの方が小さくなるように断面設計されていることを特徴とする。

【0012】

上記請求項2に示す発明によれば、柱と鉄骨梁との接合部が全断面降伏するよりも先に、基準断面部と断面積増大部との境界位置の部分の方が全断面降伏するか、或いは、柱と鉄骨梁との接合部が全断面降伏するよりも先に、断面積増大部のうちで貫通孔が形成された部分が全断面降伏する。よって、柱と鉄骨梁との接合部が有する溶接部に起因した脆性

50

破壊は有効に回避される。

【0013】

請求項3に示す発明は、請求項2に記載の柱梁接合構造であって、

前記貫通孔は円孔であり、

前記境界部は、二直線が交差した形状の隅角部を有し、

前記境界部が全断面降伏する時の梁端での曲げモーメントの大きさよりも、前記断面積増大部のうちで前記貫通孔が形成された部分が全断面降伏する時の梁端での曲げモーメントの大きさの方が小さくなるように断面設計されていることを特徴とする。

【0014】

上記請求項3に示す発明によれば、断面積増大部のうちで貫通孔が形成された部分にも、貫通孔に起因して局部的に応力集中するが、この貫通孔は円孔なので、その応力の集中度合いは、基準断面部と断面積増大部との境界部における上記隅角部よりも軽度である。よって、貫通孔の形成部分で応力集中に起因して亀裂が発生することは、上記隅角部よりも起き難い。そして、上述のように曲げモーメントの大小関係を設定すれば、この亀裂が発生し難い貫通孔の形成部分の方が、境界部よりも先に全断面降伏するようになる。よって、梁が最初に全断面降伏する過程において亀裂起因で急速に梁が破損してしまう事態を有効に回避することができて、柱梁接合構造の安全性を高めることができる。

10

【0017】

請求項4に示す発明は、請求項1乃至3の何れかに記載の柱梁接合構造であって、

前記貫通孔としての円孔が、前記鉄骨梁の長手方向に並んで複数設けられており、

前記長手方向の柱側の端部に近づく程、前記円孔の孔径が小さくなっていることを特徴とする。

20

【0018】

上記請求項4に示す発明によれば、長手方向に並ぶ円孔の孔径は、鉄骨梁の長手方向の柱側の端部に近づく程、小さくなっている。よって、地震時に鉄骨梁に作用する曲げモーメントの大きさが、梁の端部に向かうに従って漸増していることに対応させて、梁の端部寄りに位置する円孔の形成部分ほど、応力を負担可能な断面積が大きくなるように設計することができて、これにより、これら円孔が形成されている部分同士を、概ね同時に全断面降伏させることが可能となる。つまり、塑性ヒンジの形成タイミングを、これら複数の円孔の形成部分同士の間で概ね揃えることができる。その結果、地震時の振動エネルギー吸収性能に長けた柱梁接合構造となる。

30

【0019】

請求項5に示す発明は、請求項1乃至4の何れかに記載の柱梁接合構造であって、

前記貫通孔には、何も差し込まれていないことを特徴とする。

【0020】

上記請求項5に示す発明によれば、貫通孔には何も差し込まれていないので、基準断面部と断面積増大部との間の剛性差を確実に縮小可能となる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、水平ハンチ等が設けられて断面積が増大した断面積増大部を端部に有する鉄骨梁と柱とを剛接合する柱梁接合構造において、断面積増大部に隣接する断面急変位置のうちの隅角部に局部的に生じる応力集中を軽減することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】曲げモーメント図を併記した柱梁架構1の概略側面図である。

【図2】図2Aは従来の柱梁接合構造の斜視図であり、図2Bは同上面図である。

【図3】図3Aは、本実施形態に係る柱梁接合構造の外観斜視図であり、図3Bは、同概略上面図である。

【図4】単一部材で形成された断面積増大部20eの概略斜視図である。

【図5】FEM解析に用いた柱梁接合構造モデルである。

50

【図 6】FEM解析で検討した三つのケースの説明図であって、図 6 A は、第 1 比較例の無孔矩形ハンチケースの説明図であり、図 6 B は、第 2 比較例の無孔台形ハンチケースの説明図であり、図 6 C は、本実施形態に係る有孔矩形ハンチケースの説明図である。

【図 7 A】無孔矩形ハンチケースの解析結果（相対比較用）である。

【図 7 B】無孔台形ハンチケースの解析結果（相対比較用）である。

【図 7 C】有孔矩形ハンチケースの解析結果（相対比較用）である。

【図 8 A】無孔矩形ハンチケースの解析結果（絶対評価用）である。

【図 8 B】無孔台形ハンチケースの解析結果（絶対評価用）である。

【図 8 C】有孔矩形ハンチケースの解析結果（絶対評価用）である。

【図 9】梁 2 0 の曲げ耐力線と、柱梁架構 1 に地震力や風荷重等の水平外力が作用した際に梁 2 0 に生じる曲げモーメントの分布と、を示すグラフである。 10

【図 1 0】梁 2 0 の曲げ耐力線と、柱梁架構 1 に地震力や風荷重等の水平外力が作用した際に梁 2 0 に生じる曲げモーメントの分布と、を示すグラフである。

【図 1 1】本実施形態の変形例の概略上面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 3 】

＝ ＝ 本実施形態 ＝ ＝

図 3 A は、本実施形態に係る柱梁接合構造の外観斜視図であり、図 3 B は、同概略上面図である。

【 0 0 2 4 】

図 3 A に示すように、柱 1 0 は、例えば断面矩形形状の鋼製角パイプを本体とし、また、梁 2 0 は鉄骨梁であって、この例では、断面 H 形形状の H 形鋼を本体とする。そして、これら柱 1 0 と梁 2 0 とは互いに剛接合されている。すなわち、柱 1 0 は、上下一対の通しダイアフラム 1 2 , 1 2 を有し、それぞれ対応する通しダイアフラム 1 2 , 1 2 に梁 2 0 の上フランジ 2 0 f 及び下フランジ 2 0 f が溶接で連結されているとともに、梁 2 0 のウェブ 2 0 w は、柱 1 0 の外周面 1 0 s に一体に溶接されたガセットプレート 3 1 に重ね合わされてボルト締結により摩擦接合されており、これにより、柱 1 0 と梁 2 0 とは剛接合されている。 20

【 0 0 2 5 】

なお、「剛接合」とは、モーメントを伝達可能な接合様式のことである。また、図 3 A の例では、当該剛接合に通しダイアフラム 1 2 を用いていたが、剛接合が可能であれば何等これに限らず、外ダイアフラムを用いても良いし、或いはダイアフラムを用いずに柱 1 0 の外周面 1 0 s にフランジ 2 0 f を溶接で直結しても良いし、更には、溶接に代えてボルト締結により摩擦接合しても良い。また、柱 1 0 についても何等上記の角パイプに限るものではなく、梁 2 0 を剛接合可能であれば、別の断面形状の柱や別の構造の柱を適用可能である。例えば断面形状が円形形状の鋼製丸パイプを用いても良いし、あるいは C F T (コンクリート充填鋼管) を使用しても良いし、更には R C 造や S R C 造の柱でも構わない。 30

【 0 0 2 6 】

梁 2 0 は、柱 1 0 との接合部の近傍部分 2 0 e に、すなわちスパン方向の端部 2 0 e に水平ハンチ 2 5 , 2 5 ... を有している。かかる水平ハンチ 2 5 , 2 5 ... は、既述のように梁 2 0 の端部 2 0 e の断面を増大して梁端 2 0 e e の接合部の損傷を防ぐものである。すなわち、梁 2 0 において端部 2 0 e よりもスパン方向の中央側に位置する H 形鋼のみの部分を、梁 2 0 の基準の断面形状をなす基準断面部 2 0 b と定義した場合に、この基準断面部 2 0 b よりも梁 2 0 の端部 2 0 e の断面積を増大する目的で同端部 2 0 e を梁幅方向に拡幅すべく同端部 2 0 e の一部として一体に設けられたものが、水平ハンチ 2 5 , 2 5 ... である。 40

【 0 0 2 7 】

そして、かかる水平ハンチ 2 5 は、例えば平面視矩形形状の鋼板であり、上フランジ 2 0 f 及び下フランジ 2 0 f の梁幅方向の両側にそれぞれ水平に設けられている。詳しくは、 50

上フランジ 20 f 用の各水平ハンチ 25, 25 は、それぞれ上フランジ 20 f における梁幅方向の両側の側面（端縁に相当）に突き合わせられて溶接で一体に接合され、また、下フランジ 20 f 用の各水平ハンチ 25, 25 は、それぞれ下フランジ 20 f における梁幅方向の両側の側面（端縁に相当）に突き合わせられて溶接で一体に接合されており、更に、上フランジ 20 f 用及び下フランジ 20 f 用の各水平ハンチ 25, 25 ... は、柱 10 側の側面にて柱 10 の通しダイアフラム 12, 12 に溶接で一体に接合されている。

【0028】

ちなみに、請求項に記載の構成との対応関係で言えば、図 3 B に示すように、H 形鋼に加えて水平ハンチ 25, 25 ... を具備する梁 20 の端部 20 e が、請求項に係る「梁幅方向に拡幅して断面積が増大した断面積増大部 20 e」に相当し、水平ハンチ 25 が、「断面積増大部 20 e のうちで基準断面部 20 b よりも梁幅方向の外方に突出した部分 25」に相当する。更に、水平ハンチ 25 における梁 20 のスパン方向の中央側の端 25 e e の位置を起点として梁 20 の断面積が増大しているので、この例では、この端 25 e e の位置が「断面急変位置」であり、そして、この断面急変位置は、請求項に係る「境界位置」、つまり「基準断面部 20 b と断面積増大部 20 e との境界位置」に相当する。

10

【0029】

ここで本実施形態では、図 3 A 及び図 3 B に示すように、各水平ハンチ 25 には、それぞれ、円孔 25 h（貫通孔に相当）が板厚方向（上下方向）に貫通形成されている。そして、これにより、基準断面部 20 b と断面積増大部 20 e との剛性差を小さくして、断面急変位置の断面の一部たる図 2 A 及び図 2 B 中の A 点部分、つまり断面急変位置のうちの隅角部 A に局所的に応力が集中することを防いでいる。

20

【0030】

詳しく説明すると、先ず、図 2 B の比較例のように水平ハンチ 25 に円孔 25 h が形成されていない場合には、既述のように、断面急変位置の隅角部 A は、同断面急変位置のうちの隅角部 A 以外の部分よりも大きな塑性ひずみが集中して生じる傾向にある（図 7 A の FEM 解析結果を参照）。すると、同断面急変位置のうちで特に隅角部 A に亀裂が発生・進展して、その結果、梁 20 の全体強度の低下を招く虞がある。すなわち、梁幅方向に一樣に応力が作用する前提で設計した曲げモーメントの計画値よりも小さい曲げモーメントで梁 20 が破損する虞がある。

【0031】

そして、かかる応力集中の原因としては、基準断面部 20 b と断面積増大部 20 e との間で剛性差が大きいたことが挙げられ、そのため、本実施形態では、断面積増大部 20 e の水平ハンチ 25 に円孔 25 h を板厚方向に貫通形成することにより、基準断面部 20 b と断面積増大部 20 e との剛性差を小さくして、隅角部 A の応力集中の軽減を図っている。

30

【0032】

なお、この例では、円孔 25 h の開口形状を正円としているが、何等これに限らず、楕円や長円でも良いし、或いは、互いに曲率が異なる複数の円弧が組み合わされた円でも良い。但し、円弧の曲率が大きいと、当該円孔 25 h における曲率の大きい部分に大きな応力集中が生じる虞があるため、この応力集中回避の観点からは、円孔 25 h の曲率は、その全周に亘って小さい方が好ましい。

40

【0033】

円孔 25 h の孔径は、水平ハンチ 25 のサイズや H 形鋼の断面サイズにもよるが、例えば 10 mm ~ 100 mm の範囲から選択される。

【0034】

また、円孔 25 h は、水平ハンチ 25 からはみ出さずに、つまり水平ハンチ 25 内に収まるように形成され、これにより、当該円孔 25 h は、水平ハンチ 25 を梁 20 のフランジ 20 f に溶接する溶接部を跨いでいない。よって、円孔 25 h 起因の溶接部での応力集中を防ぐことができ、結果、溶接部での亀裂発生による脆性破壊は有効に防止される。

【0035】

また、本実施形態では、水平ハンチ 25 と梁 20 の H 形鋼とを別部材とし、同水平ハン

50

チ 2 5 を梁 2 0 の H 形鋼に溶接することで断面積増大部 2 0 e を形成しているが、何等これに限るものではなく、断面積増大部 2 0 e を単一部材で構成しても良い。例えば、図 4 の概略斜視図に示すように、梁 2 0 のスパン方向の端部 2 0 e よりも中央側部分の方のフランジ幅が狭くなるように、同中央側部分のフランジ 2 0 f の梁幅方向の両端部の一部を切除して縮幅すれば、H 形鋼の端部に単一部材からなる断面積増大部 2 0 e が形成されることになる。但し、その場合には、水平ハンチ 2 5 に円孔 2 5 h を形成する際に梁 2 0 全体をハンドリングしなければならず、当該円孔 2 5 h の形成作業を行い難くなる。そのため、孔加工の容易性の観点からは、図 3 A の本実施形態のように水平ハンチ 2 5 と梁 2 0 の H 形鋼とを別部材とするのが良い。すなわち、この場合には、水平ハンチ 2 5 に円孔 2 5 h を加工後に同水平ハンチ 2 5 を H 形鋼のフランジ 2 0 f に溶接することができるので、水平ハンチ 2 5 への円孔 2 5 h の形成作業を容易に行うことができ、また円孔 2 5 h の加工精度も向上する。

10

【 0 0 3 6 】

なお、望ましくは、スパン方向における円孔 2 5 h の形成位置は、図 3 B に示すように、梁端 2 0 e e に設定される梁 2 0 と柱 1 0 との接合部よりも断面急変位置の方に近づけると良く、このようにすれば、隅角部 A への応力集中の軽減効果をより高めることができる。

【 0 0 3 7 】

このような円孔 2 5 h による隅角部 A の応力集中の軽減効果については、F E M (有限要素法) 解析で検討しているので、以下、これについて説明する。

20

【 0 0 3 8 】

図 5 に、F E M 解析に用いた柱梁接合構造モデルを示すが、この解析では、柱 1 0 と梁 2 0 との接合部の近傍部分を、上下方向、梁 2 0 のスパン方向、及び梁幅方向の三方向のそれぞれについて半分だけ取り出して矩形要素で分割してモデル化している。また、地震力や風荷重等の水平方向の外力の作用状態を模擬すべく、梁 2 0 のスパン方向の中央位置に上向きの荷重 P を加えて変形角 $R (= \quad / L)$ を変化させ、その時の相当塑性ひずみの変化を解析した。なお、変形角 R に係る \quad 及び L は、それぞれ、上記中央位置の上方変位及び同中央位置から柱 1 0 の芯までの距離 L である。また、解析に用いた柱 1 0、梁 2 0、水平ハンチ 2 5、円孔 2 5 h の寸法等の各種諸元については、図 5 及び図 6 A 乃至図 6 C 中に併記している。

30

【 0 0 3 9 】

ちなみに、この解析では、地震力等の水平方向の外力の向きを、前述の図 1 とは逆向きにしているため、図 5 の梁 2 0 のスパン方向の略中央位置には上方の鉛直荷重 P が作用し、これにより、梁 2 0 に作用する曲げモーメントの方向が、前述の図 1 とは逆になっているが、これらは、互いに曲げモーメントの反曲点位置(スパン方向の略中央位置)に関して点対称関係にある点で相違し、実質的には同じである。但し、このような上向きの鉛直荷重 P が作用する場合には、上フランジ 2 0 f 及び上の水平ハンチ 2 5 よりも、下フランジ 2 0 f 及び下の水平ハンチ 2 5 の方に大きな負荷が作用し、これにより下フランジ 2 0 f 及び下の水平ハンチ 2 5 の方が、塑性ひずみが大きくなる。よって、以下では、下フランジ 2 0 f 及び下の水平ハンチ 2 5 の塑性ひずみに着目して説明する。

40

【 0 0 4 0 】

図 6 A 乃至図 6 C に検討ケースを示すが、三つのケースについて検討した。すなわち、第 1 比較例として図 6 A のように水平ハンチ 2 5 が平面視矩形形状で円孔 2 5 h の無い「無孔矩形ハンチケース」と、第 2 比較例として図 6 B のように水平ハンチ 2 5 が平面視台形状で円孔 2 5 h の無い「無孔台形ハンチケース」と、上記の本実施形態を模擬したケースとして図 6 C のように水平ハンチ 2 5 が平面視矩形形状で円孔 2 5 h を有する「有孔矩形ハンチケース」と、の三ケースについて検討した。なお、図 6 A の無孔矩形ハンチケースの水平ハンチ 2 5 と、図 6 C の有孔矩形ハンチケースの水平ハンチ 2 5 とは、互いに外形寸法は同じである。また、図 6 B の無孔台形ハンチケースの水平ハンチ 2 5 は、図 6 A の無孔矩形ハンチケースの水平ハンチ 2 5 から、スパン方向の中央側且つ梁幅方向の端側の角

50

部 2 5 c を、テーパ状に切り欠いたものである。

【 0 0 4 1 】

図 7 A 乃至図 7 C に、変形角 $R = 0.02$ ($= 2\%$) とした場合の解析結果を示す。各図には、相当塑性ひずみの大きさ (%) が濃淡で示されている。つまり、濃い部分には、大きな相当塑性ひずみが生じており、薄い部分には、小さな相当塑性ひずみが生じていることを示している。そして、図 7 A が無孔矩形ハンチケースの解析結果であり、図 7 B が無孔台形ハンチケースの解析結果であり、図 7 C が有孔矩形ハンチケースの解析結果である。なお、これら図 7 A 乃至図 7 C では、三つのケースの相対比較を容易にする目的で、各図の右部の濃淡スケール (濃淡と塑性ひずみの大きさ (%)) の対応関係を互いに揃えている。

10

【 0 0 4 2 】

一方、図 8 A 乃至図 8 C には、図 7 A 乃至図 7 C と同じ解析結果をケース毎に絶対評価できるように濃淡のスケールを個別に拡張調整したものを示している。そして、図 8 A が無孔矩形ハンチケースの解析結果であり、図 8 B が無孔台形ハンチケースの解析結果であり、図 8 C が有孔矩形ハンチケースの解析結果である。

【 0 0 4 3 】

図 7 A 乃至図 7 C を参照すると、図 7 A の無孔矩形ハンチケース及び図 7 B の無孔台形ハンチケースと比べて、図 7 C の有孔矩形ハンチケースでは、断面急変位置の隅角部 A の塑性ひずみが緩和されている。例えば図 7 A や図 7 B では、相当塑性ひずみの最大値が 3.28% であるのに対し、図 7 C では 2.99% となっており、約 10% 減少している。また、図 8 C を見ると、有孔矩形ハンチケースでは、円孔 2 5 h の周囲の広い範囲に亘って塑性ひずみが分布しているのがわかる。

20

よって、水平ハンチ 2 5 に円孔 2 5 h を形成すれば、隅角部 A 以外の部分にも広い範囲で応力を負担させて塑性ひずみを広範囲に分散させることが可能であり、その分だけ、隅角部 A の塑性ひずみの集中が軽減されることが確認された。

【 0 0 4 4 】

ところで、既述のように、梁端 2 0 e e に位置する柱 1 0 と梁 2 0 との接合部は、大きな溶接部 (通しダイアフラム 1 2 とフランジ 2 0 f 及び水平ハンチ 2 5 との溶接部) を含んでいるので、この接合部が、梁 2 0 のなかで比較的早期に全断面降伏する場合には、溶接部の脆性破壊に起因して柱梁架構 1 が瞬時倒壊する虞がある。そのため、上記梁端 2 0 e e の接合部を、梁 2 0 のなかで相対的に遅いタイミングで全断面降伏するように設定しておくのが望ましく、本実施形態では、断面急変位置の部分及び円孔 2 5 h の形成部分の両者がそれぞれ全断面降伏した後に、梁端 2 0 e e の接合部が全断面降伏するように設定している。

30

【 0 0 4 5 】

ここで、このように設定する方法について説明する。図 9 は、梁 2 0 の曲げ耐力線 (スパン方向の各位置の断面の曲げ耐力を、塑性断面係数等でモーメント換算したものと)、柱梁架構 1 に地震力や風荷重等の水平外力が作用した際に梁 2 0 に生じる曲げモーメントの分布と、を示すグラフである。なお、縦軸には、曲げ耐力線の大きさ、及び曲げモーメントの大きさを取っており、横軸には、梁端 2 0 e e からの梁 2 0 のスパン方向の距離を取っている。なお、同図 9 中の下部には、横軸のスパン方向の距離に対応させて、梁 2 0 の位置を具体的に示している。

40

【 0 0 4 6 】

同図 9 に示すように、梁端 2 0 e e から水平ハンチ 2 5 の中央側の端 2 5 e e の位置たる断面急変位置までは、水平ハンチ 2 5 の幅が一定であるため、円孔 2 5 h の形成部分を除いて、曲げ耐力線の値は一定の第 1 所定値となっている。そして、円孔 2 5 h の形成部分は、円孔 2 5 h の分だけ断面が小さくなっているため、曲げ耐力線の値は、上記第 1 所定値よりも小さくなっている。また、断面急変位置よりも中央側では、水平ハンチ 2 5 が無いことから、曲げ耐力線の値は、上記第 1 所定値よりも小さい第 2 所定値で一定になっている。

50

【 0 0 4 7 】

一方、梁 2 0 に作用する曲げモーメントは、既述のように梁端 2 0 e e において最大となり、スパン方向の中央側に向かうに従って梁端 2 0 e e からの距離に比例して所定の傾きで低下する（例えば、曲げモーメント（I）を参照）。そして、梁 2 0 のスパン方向の中央位置に作用する鉛直荷重 P を増加すれば、曲げモーメントも、その傾きの大きさを變えることで図 9 の I II III IV のように増加していくが、その増加の過程で、かかる曲げモーメントの値が曲げ耐力線を超えると、その超えた位置の部分が、超えた順番で順次全断面降伏することになる。

【 0 0 4 8 】

例えば、図 9 の場合には、最初に断面急変位置で曲げ耐力線を超えるので（曲げモーメント（II）を参照）、最初に断面急変位置の部分で全断面降伏し、次に円孔 2 5 h の形成部分の位置で曲げ耐力線を超えるので（曲げモーメント（III）を参照）、次に円孔 2 5 h の形成部分で全断面降伏し、最後に梁端 2 0 e e の接合部の位置で曲げ耐力線を超えるので（曲げモーメント（IV）を参照）、最後に梁端 2 0 e e の接合部で全断面降伏することになる。

10

【 0 0 4 9 】

よって、図 9 に示すような関係に予め曲げ耐力線を設定しておけば、梁端 2 0 e e の接合部は、断面急変位置の部分、及び円孔 2 5 h の形成部分の両者がそれぞれ全断面降伏した後に、全断面降伏することになり、その結果、梁端 2 0 e e の接合部が含む溶接部に起因した脆性破壊は有効に抑制される。

20

そして、このような曲げ耐力線の関係は、接合部の位置たる梁端 2 0 e e に作用する曲げモーメントの大きさに着目すると、次のように表現することができる。

【 0 0 5 0 】

すなわち、「梁端 2 0 e e の接合部が全断面降伏する時の梁端 2 0 e e での曲げモーメントの大きさ M_f （IVの状態）よりも、断面急変位置の部分で全断面降伏する時の梁端 2 0 e e での曲げモーメントの大きさ M_p （IIの状態）、及び円孔 2 5 h の形成部分が全断面降伏する時の梁端 2 0 e e での曲げモーメントの大きさ M_a （IIIの状態）の方が小さくなるように、梁 2 0 の断面寸法や円孔 2 5 h の孔径、スパン方向の孔位置等が設計されている」と表現することができる。

【 0 0 5 1 】

なお、断面急変位置の部分と円孔 2 5 h の形成部分との全断面降伏タイミングの前後関係については、望ましくは、円孔 2 5 h の形成部分の方が先に全断面降伏すると良い。この理由は、次の通りである。

30

【 0 0 5 2 】

図 9 に示すように、断面急変位置の隅角部 A の形状は、二直線が交差した形状になっているが、かかる尖った形状の隅角部 A は、応力集中が大きくなり易い。これに対して、円孔 2 5 h の形成部分にも応力集中するが、その形状は円弧という緩形状であるため、応力の集中度合いは、上述の隅角部 A よりも格段に軽度である。そのため、円孔 2 5 h の形成部分の方を先に全断面降伏させた方が、脆性破壊をより後に遅らせることができ、その方が柱梁架構 1 の安全上好ましく、かかる理由から、円孔 2 5 h の形成部分の方を先に全断面降伏させるのが良いのである。

40

【 0 0 5 3 】

図 1 0 は、このような前後関係に調整された曲げ耐力線のグラフである。そして、同グラフの場合において、曲げモーメントを I II III IV のように増加していくと、その増加の過程で、最初に円孔 2 5 h の形成部分の位置で曲げ耐力線を超えるので（曲げモーメント（II）を参照）、最初に円孔 2 5 h の形成部分で全断面降伏し、次に断面急変位置で曲げ耐力線を超えるので（曲げモーメント（III）を参照）、次に断面急変位置の部分で全断面降伏し、最後に梁端 2 0 e e の接合部の位置で曲げ耐力線を超えるので（曲げモーメント（IV）を参照）、最後に梁端 2 0 e e の接合部で全断面降伏することになる。

【 0 0 5 4 】

50

そして、このように円孔 25 h の形成部分の方を先に全断面降伏させるような曲げ耐力線についても、梁端 20 e e に作用する曲げモーメントの大きさに着目すれば、次のように表現することができる。

【 0 0 5 5 】

すなわち、「断面急変位置の部分が全断面降伏する時の梁端 20 e e での曲げモーメント M_p の大きさ (III の状態) よりも、円孔 25 h の形成部分が全断面降伏する時の梁端 20 e e での曲げモーメント M_a の大きさ (II の状態) の方が小さくなるように、梁 20 の断面寸法や円孔 25 h の孔径、スパン方向の孔位置等が設計されている」と表現することができる。

【 0 0 5 6 】

図 11 は、本実施形態の変形例の概略上面図である。上述の実施形態では、水平ハンチ 25 毎に円孔 25 h を一つずつ貫通形成していたが、この変形例では、水平ハンチ 25 毎に複数の一例として二つの円孔 25 h a , 25 h b をスパン方向に並べて形成している点で相違し、これ以外の点では同じである。そのため、以下の説明では、同一の構成については同じ符号を付し、その説明については省略する。

【 0 0 5 7 】

図 11 に示すように、水平ハンチ 25 には、大径の円孔 25 h a と、この大径の円孔 25 h a よりも小径の円孔 25 h b とが、スパン方向に並んで形成されている。そして、大径の円孔 25 h a の方が、スパン方向の中央側に位置し、小径の円孔 25 h b の方が、スパン方向の端側 (梁端 20 e e 側) に位置しているが、この理由は次の通りである。既述のように梁 20 に作用する曲げモーメントの大きさは、梁端 20 e e に向かうに従って漸増しているが、これに対応させて、梁端 20 e e 寄りに位置する円孔 25 h ほど孔径を小さく設定すれば、円孔 25 h の形成部分において応力を負担可能な断面積を、梁端 20 e e 寄りに位置する円孔 25 h ほど大きくすることができて、上述の曲げモーメントの漸増と相殺させることができる。そして、これにより、これら円孔 25 h a , 25 h b の形成部分同士を、概ね同タイミングで全断面降伏させることが可能となって、つまりこれら二つの部分に概ね同じタイミングで塑性ヒンジが形成されて、その結果、地震時の振動エネルギー吸収性能に長けた柱梁接合構造となるからである。

【 0 0 5 8 】

=== その他の実施の形態 ===

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は、かかる実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で以下に示すような変形が可能である。

【 0 0 5 9 】

上述の実施形態では、鉄骨梁 20 として H 形鋼を本体としていたが、何等これに限るものではない。例えば、C 形断面の溝形鋼を梁 20 の本体としても良いし、矩形断面の鋼製角パイプを本体としても良い。なお、その場合には、これら溝形鋼や角パイプのみの部分が、「基準断面部」となり、そして、これら溝形鋼や角パイプのスパン方向の端部に水平ハンチ 25 を溶接することで、同端部を、基準断面部よりも断面積が増大した「断面積増大部」に形成することができる。

【 0 0 6 0 】

上述の実施形態では、円孔 25 h を貫通形成した水平ハンチ 25 として平面視矩形形状の水平ハンチ 25 を例示したが、その平面形状は何等これに限るものではない。例えば、図 6 B で例示したような平面視台形状の水平ハンチ 25 に円孔 25 h を貫通形成しても良いし、これ以外の平面形状でも構わない。

【 0 0 6 1 】

上述の実施形態では、水平ハンチ 25 の円孔 25 h 内へボルト等が差し込まれるのか否かについて述べていなかったが、この円孔 25 h はボルト孔等ではなく、つまり円孔 25 h 内には挿入物は一切挿入されない。そして、これにより、挿入物による円孔 25 h の周囲部分の拘束は概ね無く、円孔 25 h の周囲部分に応力が広く分散されるようになって、その結果、基準断面部 20 b と断面積増大部 20 e との間の剛性差を確実に縮小可能とな

10

20

30

40

50

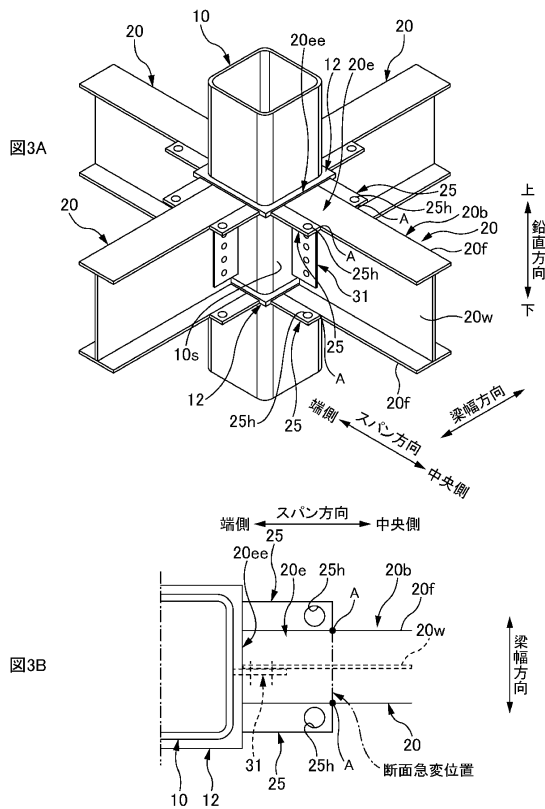
る。

【符号の説明】

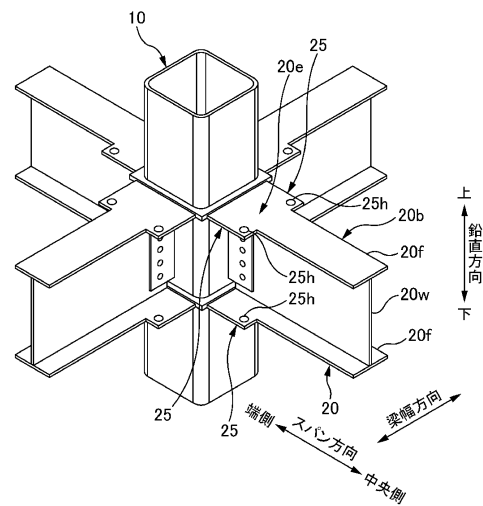
【0062】

- 1 柱梁架構、10 柱、10s 外周面、12 通しダイアフラム、
- 20 梁（鉄骨梁）、20b 基準断面部、20e 端部（断面積増大部）、
- 20ee 梁端、20f フランジ、20w ウェブ、
- 25 水平ハンチ（梁幅方向の外方に突出した部分）、
- 25c 角部、25ee 端、
- 25h 円孔（貫通孔）、25ha 円孔（貫通孔）、25hb 円孔（貫通孔）、
- 31 ガセットプレート、
- A 隅角部（A点部分）、

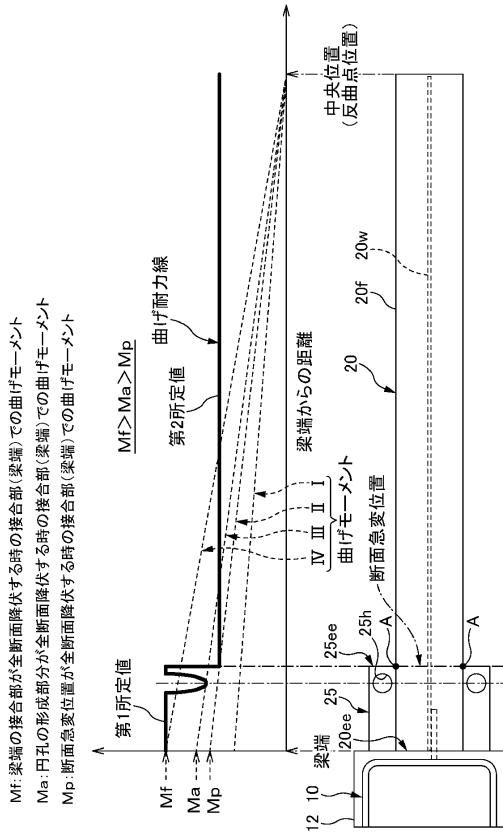
【図3】



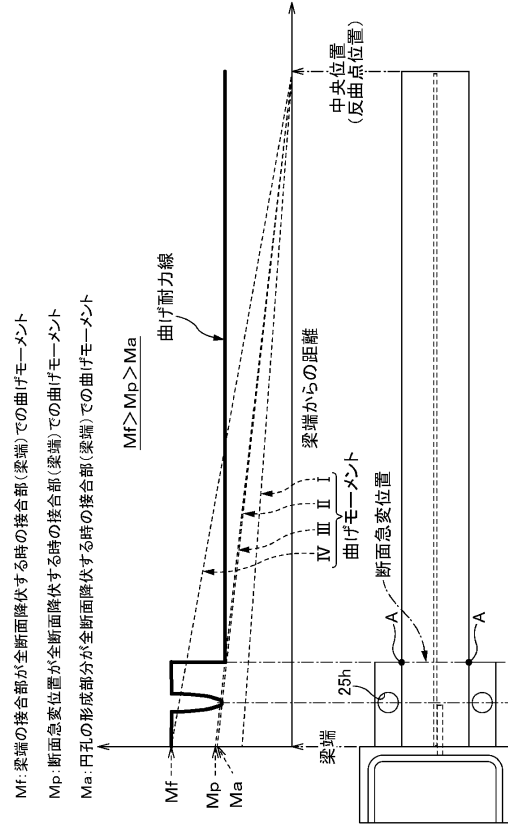
【図4】



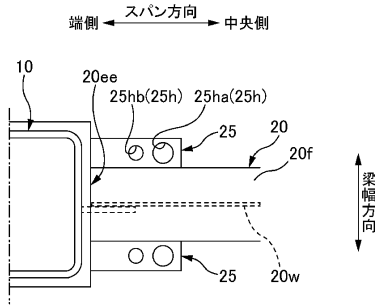
【図9】



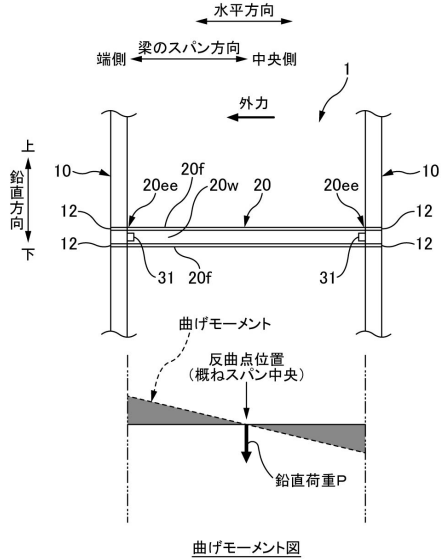
【図10】



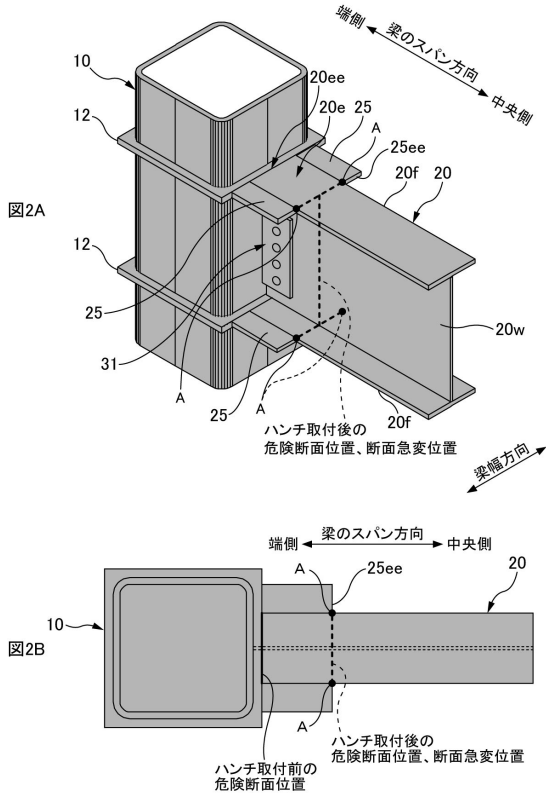
【図11】



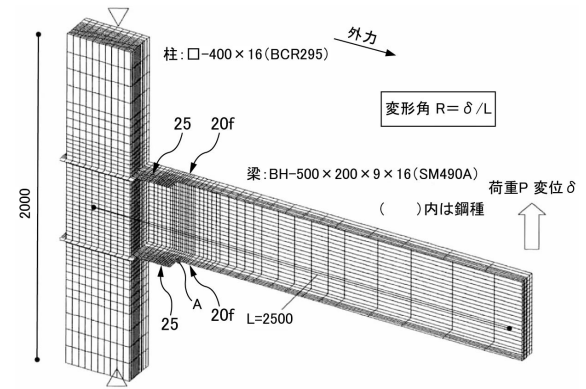
【図1】



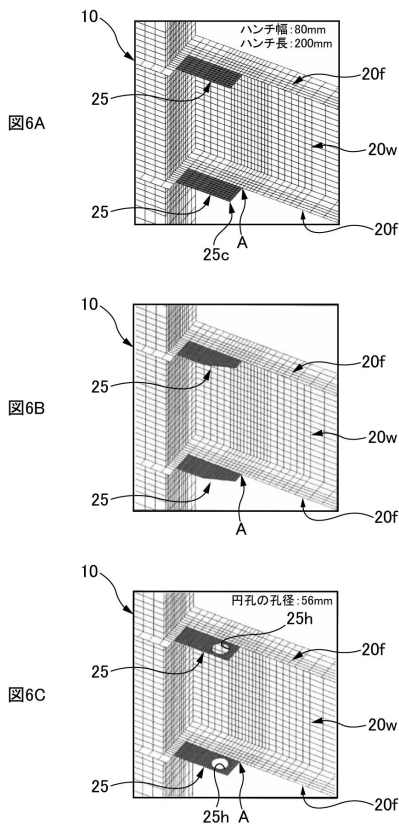
【 図 2 】



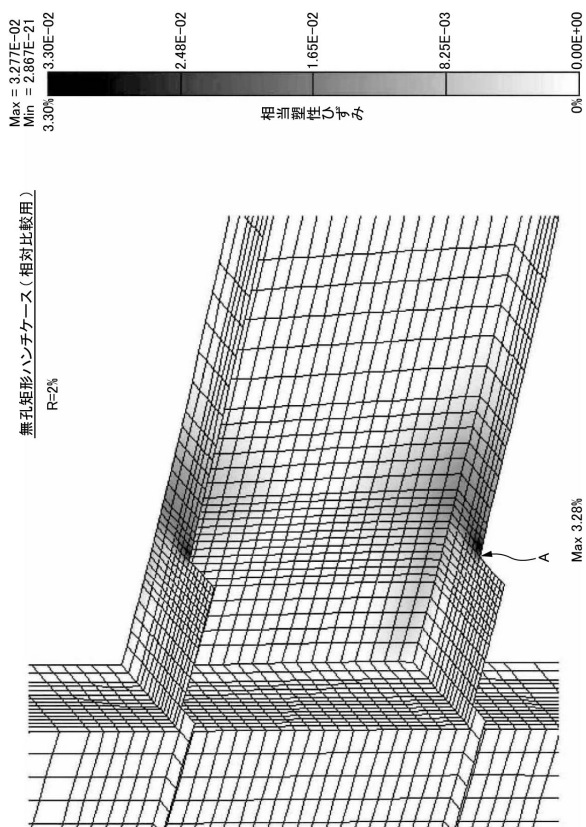
【 図 5 】



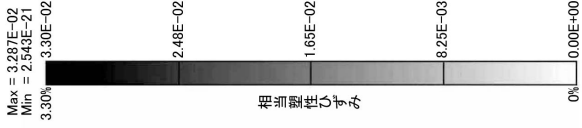
【 図 6 】



【 図 7 A 】

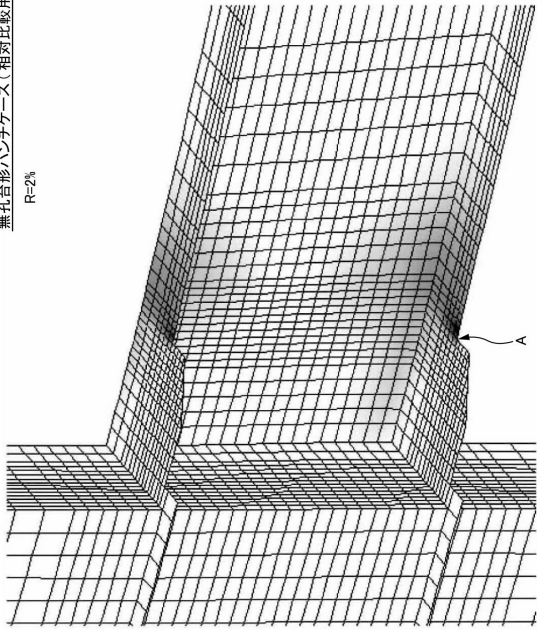


【図 7 B】

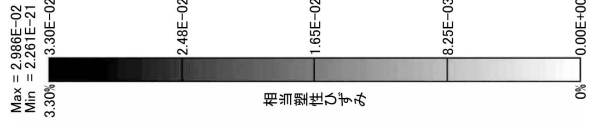


無孔台形ハンチケース (相対比較用)

R=2%

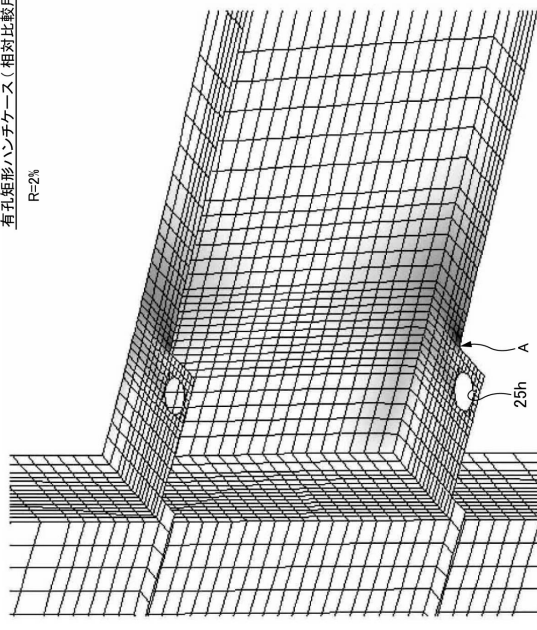


【図 7 C】

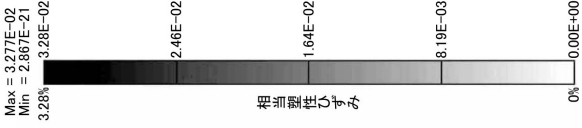


有孔矩形ハンチケース (相対比較用)

R=2%

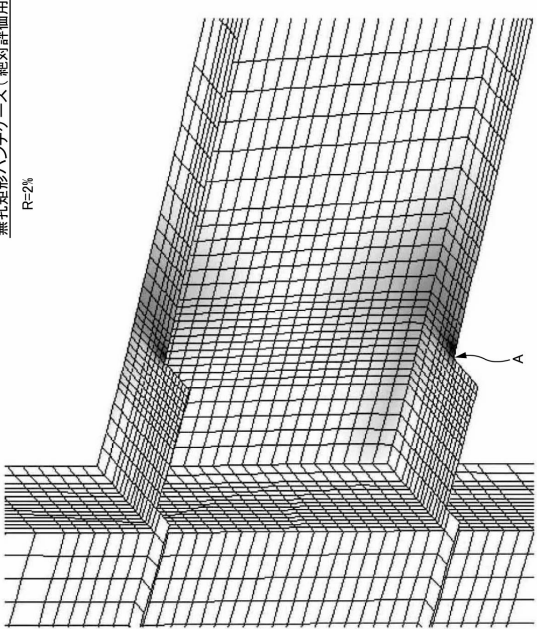


【図 8 A】



無孔台形ハンチケース (絶対評価用)

R=2%

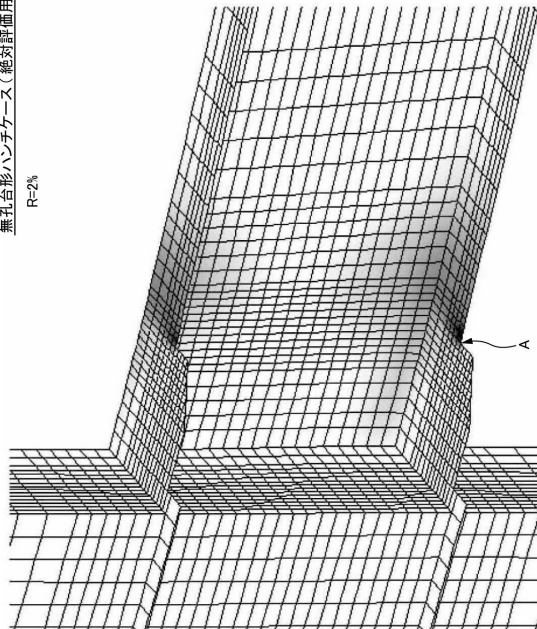


【図 8 B】



有孔矩形ハンチケース (絶対評価用)

R=2%



【 8 C 】

Max = 2.98E-02
Min = 2.26E-21
2.99%

2.24E-02

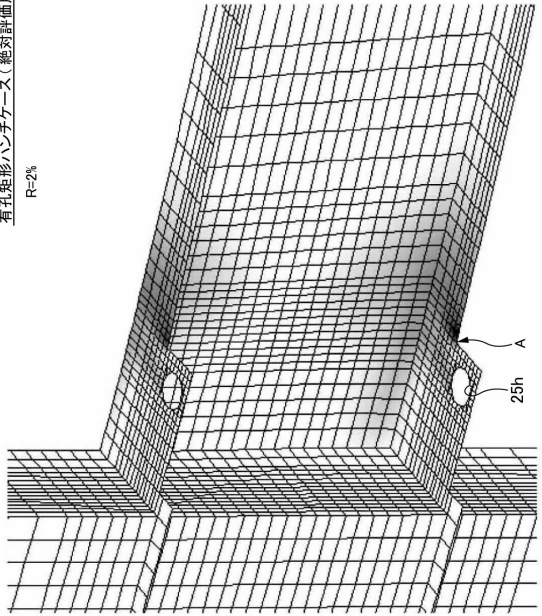
1.49E-02

7.46E-03

0%
0.00E+00

相対歪率ひずみ

有孔矩形ハンチケース(絶対評価用)
R=2%



Max 2.99%

フロントページの続き

(72)発明者 浅井 英克

東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株式会社大林組技術研究所内

審査官 佐藤 美紗子

(56)参考文献 特開2001-207533(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E 0 4 B 1 / 2 4

E 0 4 B 1 / 3 8 - 1 / 6 1

E 0 4 H 9 / 0 0 - 9 / 1 6

E 0 4 C 3 / 0 4

E 0 4 C 3 / 0 6