

明 細 書

発明の名称：鉄骨鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁の接合構造

技術分野

[0001] 本発明は、鉄骨鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁を接合した接合構造に関する。

背景技術

[0002] 従来より、鉄骨鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁を接合した接合構造が一般的に知られている。

[0003] 非特許文献 1 には、SRC柱 (Steel Reinforced Concrete column) の柱梁接合構造 (beam-to-column connection) が開示されている。開示された構造は、柱貫通形式 (through column type) の柱梁の接合構造である。柱梁接合部には、鉄骨柱の断面形状の変形を防止するために、スチフナ (stiffeners) が設けられている。スチフナの設置形式としては、水平形式と垂直形式がある。

[0004] 図 1 4 は、水平形式のスチフナを有する柱梁接合部 (beam-to-column connection) の接合構造を示す斜視図である。図 1 4 に示すように、鉄骨柱 (steel column) 1 は、略十字断面 (cruciform section) を有している。鉄骨柱 1 には、4 方向に鉄骨梁 2 が取り付けられる。鉄骨柱 1 は、十字に組み合わされた 4 つの柱ウェブ (column webs) 1 a-1、1 a-2、1 a-3、1 a-4 と、それぞれの柱ウェブ 1 a-1、1 a-2、1 a-3、1 a-4 の先端に接合された柱フランジ (column flanges) 1 b-1、1 b-2、1 b-3、1 b-4 を有している。

[0005] 水平スチフナ (horizontal stiffeners) 4 は、鉄骨柱 1 の四隅に配置されている。水平スチフナ 4 は、L 字形状 (L-shaped) の鋼板である。水平スチフナ 4 の平面は、鉄骨柱 1 の延在する方向に対して垂直に配される。水平スチフナ 4 は、鋼板の凸側の側面が、鉄骨柱 1 の水平方向において隣接する 2 つの柱ウェブ 1 a-1 乃至 1 a-4 と、水平方向において隣接する 2 つの柱フランジ 1 b-1 乃至 1 b-4 に接合されている。例えば、紙面正面の水平スチ

フナ4を例とすれば、この水平スチフナ4は、隣接する柱ウェブ1 a-3、1 a-4と、柱フランジ1 b-3、1 b-4に接合されている。

[0006] 水平スチフナ形式では、梁フランジ2 aの応力が、柱ウェブ1 a-1乃至1 a-4と、L字型の水平スチフナ4によって、柱内に伝達される。水平スチフナ形式では、水平スチフナ4が、鉄骨柱1の隣接する2つの柱ウェブ1 a-1乃至1 a-4と、隣接する2つの柱フランジ1 b-1乃至1 b-4に接合されているため、応力の伝わり方が明確である。そのため、水平スチフナ形式は、広く用いられている。しかしながら、水平スチフナ形式では、水平スチフナ4の下面にコンクリートが充填されにくいという問題がある。

[0007] 図15は、鉛直形式のスチフナを有する柱梁接合部の接合構造を示す斜視図である。図15に示すように、鉛直スチフナ形式では、同様に板状の鉛直スチフナ(vertical stiffeners)3が鉄骨柱1の四隅に配置されている。鉛直スチフナ3の面は、鉄骨柱1の延在する方向に対して平行に配される。鉛直スチフナ3は、隣り合う2つの柱フランジ1 b-1乃至1 b-4に接合される。

[0008] 鉛直スチフナ3が、3方向に鉄骨梁2が接続される略T字断面(T-shaped)の鉄骨柱に適用される場合には、図15の略十字断面の鉄骨柱と同様に設置される。具体的には、略十字型断面の鉄骨柱と同様に、鉛直スチフナの短手方向の側面を、隣り合う柱フランジを接続するように取り付ける。

[0009] 鉛直スチフナ形式では、コンクリートの充填性は良好だが、応力の伝達が不明確であるとの指摘がなされていた。

[0010] このような懸念に対し、非特許文献2及び非特許文献3において、実験的研究により、接合部の耐力の評価がなされた。これによれば、鉛直スチフナ形式の耐力評価法も提案され、鉛直スチフナ形式は、実用に値する耐力を有する構造であるとされている。

先行技術文献

非特許文献

[0011] 非特許文献1：「鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」、日本建築学

会、第5版、2001年1月

非特許文献2：森田、他3名、「鉛直スチフナ形式・SRC柱－Sはり接合部の力学的挙動に関する研究」、日本建築学会構造系論文報告集、No. 413、1990年7月、p. 53－64

非特許文献3：森田、他3名、「鉛直スチフナ形式・SRC柱－Sはり接合部の力学的挙動に関する研究」、No. 423、1991年5月、p. 69－78

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] 近年では、地震対策への関心の高まりから、図15に示すような、柱ウェブ1a－1乃至1a－4の長さが全て等しく形成された、整形(standard section)の鉄骨柱の接合構造において、より接合構造の剛性を高めることが求められている。しかしながら、従来の鉛直スチフナ形式は、梁フランジ2aから応力を受ける方向に対し、鉛直スチフナ3が角度を有して設置されているため、応力を効率的に柱内に伝達することができない。

[0013] 鉛直スチフナ形式では、図16に示すように、柱ウェブ1a－1乃至1a－4の長さが異なる不整形(irregular section)の鉄骨柱1の場合にさらなる問題がある。具体的には、図16に示すように、略十字断面を有する鉄骨柱1の接合部では、一方の柱せい(column width)Hが、他方の柱せいより大きくなると、鉛直スチフナ3と、短い柱ウェブ1a－2とのなす角度 α_2 が大きくなり、その角度 α_2 が45度を超える。そのため、短い柱ウェブ1a－2に加わる矢印方向の梁フランジの応力を、十分に柱内（他方の柱フランジ1b－1）に伝達することができない。

[0014] 図17に示すように、鉄骨断面が略T字型の柱に対しては、角度 α_2 が大きくなり、柱の短手方向（矢印方向）に梁フランジ応力が作用すると、接合部の回転変形(rotational deformation)が大きくなるといった問題もある。図18に示すように、略十字断面を有する鉄骨柱の1つの辺を切断した鉄骨断面を有する鉄骨柱と鉄骨梁との接合構造についても同様の問題が生じる。

[0015] 本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、コンクリートの充填性を損なわないまま、さらに効率的に梁フランジの応力を柱内に伝達することができる接合構造を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0016] 上記課題を解決するため、本発明は、以下のような特徴を有する。

[1] 鉄骨鉄筋コンクリート柱(steel reinforced concrete columns)の鉄骨柱(steel column)に鉄骨梁(steel beams)を接合した接合構造(connection)であって、

異なる方向に伸びる複数の柱ウェブ(column webs)と、前記柱ウェブの先端のそれぞれに直交する柱フランジ(column flanges)を備えた前記鉄骨柱に、

前記鉄骨柱の隣接する一方の柱フランジに接合される第1の板部と、前記第1の板部と非平行であり、前記隣接する他方の柱フランジに接合される第2の板部を有する鉛直スチフナを設け、

前記鉛直スチフナは、前記鉄骨柱に接合される鉄骨梁の梁フランジ(beam flanges)が接続される高さ位置の少なくとも一部を含む位置に取り付けられる鉄骨鉄筋コンクリート柱(steel reinforced concrete columns)と鉄骨梁(steel beams)との接合構造。

[2] 前記鉛直スチフナは、水平断面において第1の板部と、前記第1の板部に直交する前記第2の板部を備えたL字形状を有している[1]に記載の鉄骨鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁の接合構造。

[3] 前記鉛直スチフナは、前記第1の板部が前記一方の柱フランジの先端に接合され、前記第2の板部が前記他方の柱フランジの先端に接合される[1]または[2]の鉄骨鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁の接合構造。

[4] 前記鉛直スチフナは、前記第1の板部が前記一方の柱フランジと直交し、前記第2の板部が前記他方の柱フランジと直交する[1]ないし[3]のうちいずれかに記載の鉄骨鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁の接合構造。

[5] 前記第1の板部および前記第2の板部は、前記柱フランジの柱内側の面に接合される[1]ないし[4]のうちいずれかに記載の鉄骨鉄筋コンク

リート柱と鉄骨梁の接合構造。

[6] 前記鉄骨鉄筋コンクリート柱は、略十字形鉄骨断面柱または略T字形鉄骨断面柱である[1]ないし[5]のうちいずれかに記載の鉄骨鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁の接合構造。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、コンクリートの充填性を損なわないまま、梁フランジの応力を十分に柱内に伝達することができる接合構造を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]図1(a)は、本発明の実施の形態1に係る接合構造を示す垂直断面図であり、図1(b)は、その接合構造の水平断面図である。

[図2]図2は、本発明の実施の形態1に係る接合構造の水平断面図を一部拡大した図である。

[図3]図3(a)は、本発明の実施の形態2に係る接合構造を示す垂直断面図であり、図3(b)は、同接合構造の水平断面図である。

[図4]図4は、本発明の実施の形態2に係る接合構造の水平断面図を一部拡大した図である。

[図5]図5(a)は、略十字型鉄骨の鉄骨鉄筋コンクリート柱の試験体Aの水平断面図であり、図5(b)は、試験体Aの垂直断面図である。

[図6]図6は、試験体A及び試験体Bについての、引張荷重 $P[kN]$ と局部変形 $\Delta[mm]$ の関係を示す図である。

[図7]図7(a)は、略T字型鉄骨の鉄骨鉄筋コンクリート柱の試験体Cの水平断面図であり、図7(b)はこの試験体Cの垂直断面図である。

[図8]図8は、試験体C及び試験体Dについての、引張荷重 $P[kN]$ と局部変形 $\Delta[mm]$ の関係を示す図である。

[図9]図9は、試験体C及び試験体Dの接合構造における、引張加重 $P[kN]$ と回転変形 $\theta[rad.]$ の関係を示す図である。

[図10]図10は、本発明の変形例1に係る接合構造を示す平面断面図である。

。

[図11]図 1 1 は、本発明の変形例 2 に係る接合構造を示す平面断面図である

。

[図12]図 1 2 は、本発明の変形例 3 に係る接合構造を示す平面断面図である

。

[図13]図 1 3 は、本発明の変形例 4 に係る接合構造を示す平面断面図である

。

[図14]図 1 4 は、従来の水平形式のスチフナを有する接合構造を示す斜視図である。

[図15]図 1 5 は、従来の鉛直形式のスチフナを有する接合構造を示す斜視図である。

[図16]図 1 6 は、従来の鉛直形式のスチフナを有する略十字形鉄骨断面柱の接合構造の水平断面図である。

[図17]図 1 7 は、従来の鉛直形式のスチフナを有する略 T 字形鉄骨断面柱の接合構造の水平断面図である。

[図18]図 1 8 は、従来の鉛直形式のスチフナを有する略十字形鉄骨断面柱の他の接合構造の水平断面図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、添付の図面を参照し、本発明の実施の形態について説明を行う。

[0020] [実施の形態 1]

図 1 (a) は、本発明の実施の形態 1 に係る接合構造(connection)を示す垂直断面図であり、図 1 (b) は、この接合構造の水平断面図である。図 1 (a) 及び (b) に示すように、鉄骨鉄筋コンクリート柱(steel reinforced concrete columns) 10 の四方から、それぞれ鉄骨梁(steel beam) 2 が取り付けられている。鉄骨梁 2 は、溶接やボルトを用いて鉄骨鉄筋コンクリート柱 10 に接合される。

[0021] 鉄骨鉄筋コンクリート柱 10 は、鉄骨柱(steel column) 1 を有している。

鉄骨柱 1 は、異なる方向に伸びる 4 つの柱ウェブ(column webs) 1 a - 1、1

a-2、1a-3、1a-4と、この先端のそれぞれに直交する柱フランジ(column flanges)1b-1、1b-2、1b-3、1b-4を有している。実施の形態1では、鉄骨柱1の水平断面が略十字断面(cruciform section)を有している。

[0022] 4つの柱ウェブ1a-1乃至1a-4は同一形状である。また、4つの柱フランジ1b-1乃至1b-4は同一形状である。図1(b)に示すように、隣接する柱ウェブ1a-1乃至1a-4は、なす角度が90°に形成されている。そのため、鉄骨柱1の隣接する柱フランジ1b-1乃至1b-4同士も、なす角が90°となっている。

[0023] 鉄骨鉄筋コンクリート柱10は、このように構成された鉄骨柱1の外周に、鉄筋(主筋(main bars)6、帯筋(hoops)7)を組み、コンクリート5を打設して構成される。鉄骨鉄筋コンクリート柱10には、鉄骨柱1の四隅に鉛直スチフナ(vertical stiffeners)3が設けられている。鉛直スチフナ3は、図1(b)に示すように、隣接する2つの柱フランジ1b-1乃至1b-4の間に設置されている。鉛直スチフナ3は、鋼板を折り曲げて構成されており、鉄骨柱1が延びる方向に平行な面を有している。以下では、説明のため、柱フランジ1b-1と1b-2の間に配される鉛直スチフナ3を例にして説明を行う。

[0024] 鉛直スチフナ3は、第1の板部3aと第2の板部3bを有している。第1の板部3aは、柱フランジ1b-1に接合されている。第2の板部3bは、第1の板部3aと非平行であり、柱フランジ1b-1と隣接する柱フランジ1b-2に接合されている。実施の形態1では、鉛直スチフナ3は、水平断面においてL字形状を有するように構成されている。すなわち、実施の形態1では、第1の板部3aと第2の板部3bが直交するように構成されている。

[0025] 第1の板部3aは、一方の柱フランジ1b-1の先端に接合され、第2の板部3bは、他方の柱フランジ1b-2の先端に接合されている。実施の形態1では、第1の板部3aと第2の板部3bのL字の凸側が柱の中央側に対

向し、凹側が柱の外側を向くように配される。鉛直スチフナ 3 の第 1 の板部 3 a は、隣接する一方の柱フランジ 1 b - 1 と直交する。第 2 の板部 3 b は、他方の柱フランジ 1 b - 2 と直交する。

[0026] 実施の形態 1 では、第 1 の板部 3 a と第 2 の板部 3 b が同じ長さに構成されている。また、鉛直スチフナ 3 の厚みは、接合される柱フランジ 1 b - 1、1 b - 2 の厚みと同程度の厚みを有するように構成されている。鉛直スチフナ 3 は、梁フランジ 2 a から柱フランジ 1 b - 1、1 b - 2 が受ける応力を、応力が加わる方向の反対側から受けられるよう、柱フランジ 1 b - 1、1 b - 2 の柱中央側の面に接合されることが好ましい。ただし、鉛直スチフナ 3 は、柱フランジ 1 b - 1、1 b - 2 のどの面に接合されていてもよい。鉛直スチフナ 3 は、直接柱フランジ 1 b - 1、1 b - 2 に接合されていてもよく、何らかの部材を介して柱フランジ 1 b - 1、1 b - 2 に接合されていてもよい。

[0027] 図 1 (a) に示すように、鉛直スチフナ 3 は、鉄骨梁 2 の梁フランジ 2 a が鉄骨柱 1 に接続されている高さ位置を含む範囲に取り付けられている。鉛直スチフナ 3 は、鉄骨梁 2 の上下の梁フランジ 2 a と、鉄骨柱 1 との間にそれぞれ設けられている。図 1 (a) では、鉛直スチフナ 3 が、梁フランジ 2 a が鉄骨柱 1 に接続されている高さ位置のすべてを含む範囲に設置されている。しかしながら、鉛直スチフナ 3 は、梁フランジ 2 a が鉄骨柱 1 に接続されている高さ位置の少なくとも一部と重複するように設置されていればよい。

[0028] 図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係る接合構造の水平断面図を一部拡大した図である。図 2 では、説明のため、鉄骨柱 1 に接続した鉄骨梁 2 を 1 本だけ示し、残りの 3 本を省略して示している。鉄骨梁 2 に、図 2 の紙面右側に向かう応力が発生すると、鉄骨梁 2 の梁フランジ 2 a にも、同様に紙面右側に向かう応力（梁フランジ応力）が発生する。鉄骨柱 1 は、鉄骨梁 2 に接合されている。そのため、鉄骨柱 1 には、柱ウェブ 1 a - 2 の紙面左方向への断面力(cross-sectional force)が反力として働く。ここで、柱ウェブ 1 a -

2と一体である柱フランジ1b-2には、2つの鉛直スチフナ3の第2の板部3bが接合されている。そのため、鉄骨梁2の両側に設けられた2つの鉛直スチフナ3から紙面左方向に断面力が働く。

[0029] 鉄骨梁2には、コンクリート5が打設されている。そのため、梁フランジ応力の反力としてコンクリート5の支圧力(bearing force)が発生し、この支圧力が鉛直スチフナ3の第1の板部3aに作用する。図2では、鉄骨柱1に対し、鉄骨梁2から紙面右側へ応力が働いた場合を例として説明を行った。鉄骨柱1に対して、鉄骨梁2から紙面左側へ応力が働いた場合には、上記と逆の力が発生する。

[0030] このように、本発明の実施の形態1に係る接合構造では、水平断面においてL字形状を有する鉛直スチフナ3を、鉄骨柱1の隣接する柱フランジ1b-1、1b-2に設置する。ここで、図2に示すように、鉄骨梁2に応力が発生した場合には、鉄骨梁2に接合された柱フランジ1b-2に応力が加わる。柱フランジ1b-2に加わった応力は、柱フランジ1b-2に接合された柱ウェブ1a-2と、柱フランジ1b-2に直交する鉛直スチフナ3の第2の板部3bに伝達される。具体的には、実施の形態1では、鉛直スチフナ3の第2の板部3bの面が、鉄骨梁2から受ける応力と平行に配されている。そのため、鉄骨梁2に発生した応力を、柱フランジ1b-2の両側（紙面上下）の鉛直スチフナ3の第2の板部3bで、効果的に鉄骨鉄筋コンクリート柱10に伝達することができる。

[0031] 実施の形態1に係る接合構造では、第1の板部3aと第2の板部3bが所定の角度を有しているため、梁フランジ2aから応力を受けると、第1の板部3aと第2の板部3bの間で折れ曲がるように変形する。この変形により、梁フランジ2aから応力の一部を吸収することができる。

[0032] 実施の形態1では、鉛直スチフナ3を、鉄骨梁2の梁フランジが接続される部分を含む高さに配置する。鉄骨梁2は、梁ウェブ2bの上下に梁フランジ2aが設けられている。そこで、鉄骨柱1のうち、曲げがかかったときに大きな応力や曲げモーメントを受けやすい梁フランジ2aが接合される高さ

位置に、鉛直スチフナ 3 を配する。これによって、効率的に、鉄骨梁 2 の応力や曲げモーメントを柱内に伝達することができる。

[0033] 図 1 及び 2 に示すように、実施の形態 1 に係る接合構造の鉄骨柱 1 は、一方の柱せいと他方の柱せいが同じ長さに構成されている。一方の柱せいと他方の柱せいの長さが異なる鉄骨柱であっても、本発明を適用することができる。具体的には、隣接する鉄骨柱 1 のフランジ間に適合するように、鉛直スチフナ 3 の第 1 の板部 3 a 及び第 2 の板部 3 b の長さを任意に調整し、第 1 の板部 3 a と第 2 の板部 3 b をそれぞれ柱フランジに接合すればよい。これにより、一方の柱せい(column width)が他方の柱せいよりも大きいような略十字断面を有する鉄骨柱であっても、効果的に、鉄骨梁 2 から加わる応力による変形を防止することができる。

[0034] [実施の形態 2]

次に、本発明の実施の形態 2 に係る接合構造について説明する。図 3 (a) は、本発明の実施の形態 2 に係る接合構造を示す垂直断面図であり、図 3 (b) は、この接合構造の水平断面図である。実施の形態 2 では、鉛直スチフナ 3 を、T 字形(T-shaped)鉄骨断面柱に適用した場合の接合構造である。

[0035] 図 3 (b) に示すように、鉄骨柱 1 1 は、水平断面において、T 字形状を有している。鉄骨柱 1 1 には、3 つの柱ウェブ 1 1 a-1、1 1 a-2、1 1 a-3 と、それぞれの柱ウェブ 1 1 a-1、1 1 a-2、1 1 a-3 に接合された柱フランジ 1 1 b-1、1 1 b-2、1 1 b-3 を有している。ここでは、説明のために、長い柱ウェブ 1 1 a-1 の柱フランジ 1 1 b-1 と短い柱ウェブ 1 1 a-2 の柱フランジ 1 1 b-2 の間の鉛直スチフナ 3 を例にとって説明を行う。

[0036] 鉄骨柱 1 1 には、3 本の鉄骨梁 2 が接合される。図 3 (b) に示すように、隣接する柱ウェブ 1 1 a-1 と 1 1 a-2 は、なす角度が 90° に形成されている。そのため、それぞれに直交する柱フランジ 1 1 b-1 と柱フランジ 1 1 b-2 もなす角が 90° となっている。

[0037] 鉛直スチフナ 3 は、実施の形態 1 と同様に、第 1 の板部 3 a と第 2 の板部

3bからなるL字形状を有している。鉛直スチフナ3は、L字の凸側が柱内側と対向し、凹側が柱外側を向くように配されている。実施の形態2における鉛直スチフナ3は、第1の板部3aの長さ、第2の板部3bの長さが異なるように構成されている。具体的には、第1の板部3aが第2の板部3bよりも長い。

[0038] 第1の板部3aの先端は、柱フランジ11b-1の先端に接合され、第2の板部3bの先端は、柱フランジ11b-2の先端に接合されている。第1の板部3aと第2の板部3bの長さの比以外は、実施の形態1とほぼ同様である。短い柱ウエブ11a-2、11a-3の先端に設けられた柱フランジ11b-2と11b-3の間には、直線の断面形状を有する板状の鉛直スチフナ31が設置されている。

[0039] このように、本発明は、鉛直スチフナ3を設置する鉄骨柱11の形状に応じて、鉛直スチフナ3のL字形状の第1の板部3aと第2の板部3bの比を任意に設定することができる。実施の形態2では、柱ウエブ11a-1乃至11a-3の長さが異なる鉄骨柱11であっても、L字形状の鉛直スチフナ3がそれぞれの柱フランジ11b-1乃至11b-3に対して直角に接合されているため、梁フランジ2aからの加わる応力の方向に対して、反対側から反力を発生させることができる。

[0040] 図4は、本発明の実施の形態2に係る接合構造の水平断面図を一部拡大した図である。図4では、説明のため、鉄骨梁2を1本だけ鉄骨柱11に接続した例を示している。実施の形態2でも実施の形態1と同様に、鉄骨梁2に紙面右側への応力が加わると、応力が加わった鉄骨梁2が接合された柱ウエブ11a-2に断面積が発生する。柱フランジ11b-2には、鉛直スチフナ3が接合されている。そのため、鉛直スチフナ3にも断面積が発生する。

[0041] 鉄骨梁2には、コンクリート5も打設されている。そのため、梁フランジ2の反力の反力として発生したコンクリート5の支圧力は、鉛直スチフナ3の長い辺（第1の板部3a）に作用する。このように、実施の形態2においても、L字形状の鉛直スチフナ3を配することで、接合部の剛性を高めることが

できる。図4では、鉄骨柱11に対し、鉄骨梁2から紙面右側へ応力が働いた場合を例として説明を行った。鉄骨柱11に対して、鉄骨梁2から紙面左側へ応力が働いた場合には、上記と逆の力が発生し、同様の効果が生じる。また、鉄骨柱11と鉄骨梁2との接合部には、矢印方向に回転変形が生じる。鉛直スチフナ3は、接合部の剛性を高めることにより、この回転変形も防ぐことができる。

[0042] このように、本発明は、略T字型鉄骨の鉄骨鉄筋コンクリート柱にも適用し、接合部の剛性を高めることができる。

[0043] [変形例1]

次に、本発明の変形例について説明する。以下の説明では、変形例を略十字形鉄骨に適用した例を説明する。以下のすべての変形例は、略T字形鉄骨断面を有する鉄骨柱にも同じように適用することができる。以下の変形例は、実施の形態1の図1(b)に対応する断面図である。以下の変形例では、説明を簡便化するため、鉄骨柱と鉛直スチフナのみを図示し、他の構成要素については省略している。

[0044] 図10は、本発明の変形例1に係る接合構造を示す水平断面図である。実施の形態1では、鉛直スチフナ3の第1の板部3aは一方の柱フランジ1b-1の先端に接合され、第2の板部3bは他方の柱フランジ1b-2に接合されている。変形例1では、第1の板部3aが一方の柱フランジの中心側に接合され、第2の板部3bが他方の柱フランジの中心側に接合されている。このように、鉛直スチフナ3は、隣接する柱フランジに接合していれば、柱フランジのどのような位置に接合してもよい。

[0045] [変形例2]

図11は、本発明の変形例2に係る接合構造を示す平面断面図である。実施の形態1では、鉛直スチフナ3の第1の板部3aと第2の板部3bが直交するようなL字形状に構成されている。変形例2では、第1の板部3aと第2の板部3bは、非平行であれば、どのような角度に配置されていてもよい。たとえば、図11に示すように、第1の板部3aと第2の板部3bのなす

角を、 90° 超とすることができる。また、同様に、第1の板部3aと第2の板部3bのなす角を、 90° 未満とすることもできる（図示せず）。

[0046] [変形例3]

図12は、本発明の変形例3に係る接合構造を示す平面断面図である。実施の形態1では、鉛直スチフナ3の第1の板部3aと第2の板部3bからなるL字形状によって構成されている。変形例3では、鉛直スチフナ3は、平行でない第1の板部3aと第2の板部3bを有していれば、どのような形状を有していてもよい。たとえば、第1の板部3aと第2の板部3bとの間に、第1の板部3aと第2の板部3bの間に第3の辺3cを有していてもよい。

[0047] [変形例4]

図13は、本発明の変形例4に係る接合構造を示す平面断面図である。実施の形態1では、第1の板部3aと第2の板部3bからなるL字形状の山側が柱中心側を向き、谷側が外表面側を向くように構成されている。変形例4では、図13のように、L字形状の凹側を柱中心側とし、凸側を外表面側に向くように鉛直スチフナ3を設置してもよい。

[0048] このように、本発明に係る鉛直スチフナは、任意の形状に構成することができる。また、本発明に係る鉛直スチフナは、従来技術の図18に示すような形状の鉄骨柱にも適用することができる。

実施例 1

[0049] 次に、試験体を用いた接合構造の部分モデル実験について説明する。図5（a）は、略十字型鉄骨の鉄骨鉄筋コンクリート柱の試験体Aの水平断面図であり、図5（b）はこの試験体Aの垂直断面図である。試験体Aは、本発明の実施の形態1に係る接合構造を適用した本発明例である。試験体Aの柱の骨格要素は、H形鋼（H-400×200×9×12）とCT形鋼（CT-196×200×9×12）を溶接組立てたものである。梁フランジは、幅200mm、厚さ16mmの鋼板である。鉛直スチフナは、幅80mm、厚さ9mmの鋼板を折り曲げたものを使用した。

[0050] 比較例とした試験体 B（図示せず）は、試験体 A の柱の骨格要素 (frame element) に、従来の鉛直スチフナを組み合わせで構成した。

[0051] 図 6 は、試験体 A 及び試験体 B についての、引張荷重 (tensile load) P と局部変形量 (local deformation) Δ の関係を示す図である。図 6 における試験体 A 及び B の丸印は、全塑性耐力 (full plastic strength) を示している。局部変形量 Δ は、紙面上端の変形量 Δ_U と紙面下端の変形量 Δ_L の平均値として定義している。本発明を適用した試験体 A は、従来の試験体 B に比べ、剛性が増加したことが確認された。また、全塑性耐力 (full plastic strength) が約 30%、最大耐力 (maximum strength) が約 20% 増加したことが確認された。すなわち、本発明を適用することにより、鉄骨鉄筋コンクリート部分の接合部の耐力を向上させることができたことが分かった。

実施例 2

[0052] 同様に、本発明の実施の形態 2 に係る接合構造についてのモデル実験を説明する。図 7 (a) は、略十字型鉄骨の鉄骨鉄筋コンクリート柱の試験体 C の水平断面図であり、図 7 (b) はこの試験体 C の垂直断面図である。試験体 C は、本発明の実施の形態 2 に係る接合構造を適用した本発明例である。試験体 C の柱の骨格要素は、H 形鋼 (H-400×200×9×12) と C 形鋼 (C-296×200×9×12) を溶接組立てしたものである。梁フランジは、幅 200 mm、厚さ 19 mm の鋼板である。

[0053] 比較例である試験体 D は、従来の鉛直スチフナを適用したものである。試験体 C の鉛直スチフナは、幅 120 mm、厚さ 12 mm の鋼板を折り曲げたものを使用した。

[0054] 図 8 は、試験体 C 及び試験体 D についての、引張荷重 P と局部変形量 Δ の関係を示す図である。図 8 における試験体 C 及び D の丸印は、全塑性耐力 (full plastic strength) を示している。局部変形量 Δ は、紙面上端の変形量 Δ_U と紙面下端の変形量 Δ_L を用いて以下の式 (1) によって定義している。

$$\Delta = \Delta_L + (\Delta_U - \Delta_L) W_1 / W \quad (1)$$

ここで、 W は、試験体 C の柱の紙面縦方向の長さであり、 W_1 は、試験体 C

の柱の紙面上端から柱ウェブの3つの辺の接合点までの長さを示している。

[0055] 本発明を適用した試験体Cは、従来の試験体Dに比べ、剛性が増加したことが確認された。全塑性耐力が約25%、最大耐力が約20%増加したことが確認された。すなわち、本発明を適用することにより、接合構造の剛性（耐力）を向上させることができた。

[0056] 図9は、試験体Cと試験体Dの接合構造における、引張荷重Pと回転変形角 θ との関係を示す図である。なお、回転変形角 θ は、下式（2）によって定義するものとする。

$$\theta = 0.5 \cdot (\Delta_U - \Delta_L) / W \quad (2)$$

このように、本発明を適用した試験体Cは、従来の接合構造を有する試験体Dに比べて、回転変形角 θ が減少したことが分かった。

[0057] なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

符号の説明

- [0058] 1、11 鉄骨柱
1a-1～1a-4、11a-1～11a-4 柱ウェブ
1b-1～1b-4、11b-1～11b-3 柱フランジ
2 鉄骨梁
2a 梁フランジ
2b 梁ウェブ
3、31 鉛直スチフナ
4 水平スチフナ
5 コンクリート
6 主筋
7 帯筋
10 鉄骨鉄筋コンクリート柱

請求の範囲

[請求項1] 鉄骨鉄筋コンクリート柱(steel reinforced concrete columns)の鉄

骨柱(steel columns)に鉄骨梁(steel beams)を接合した接合構造(connection)であって、

異なる方向に伸びる複数の柱ウェブ(column webs)と、前記柱ウェブの先端のそれぞれに直交する柱フランジ(column flanges)を備えた前記鉄骨柱に設けられ、

前記鉄骨柱の隣接する一方の柱フランジに接合される第1の板部と、前記第1の板部と非平行であり、前記隣接する他方の柱フランジに接合される第2の板部を有する鉛直スチフナ(vertical stiffeners)を

有し、

前記鉛直スチフナは、前記鉄骨柱に接合される鉄骨梁の梁フランジが接続される高さ位置の少なくとも一部を含む位置に取り付けられる鉄骨鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁の接合構造。

[請求項2]

前記鉛直スチフナは、水平断面において第1の板部と、前記第1の板部に直交する前記第2の板部を備えたL字形状を有している請求項1に記載の鉄骨鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁の接合構造。

[請求項3]

前記鉛直スチフナは、前記第1の板部が前記一方の柱フランジの先端に接合され、前記第2の板部が前記他方の柱フランジの先端に接合される請求項1または2に記載の鉄骨鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁の接合構造。

[請求項4]

前記鉛直スチフナは、前記第1の板部が前記一方の柱フランジと直交し、前記第2の板部が前記他方の柱フランジと直交する請求項1ないし3のうちいずれかに記載の鉄骨鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁の接合構造。

[請求項5]

前記第1の板部および前記第2の板部は、前記柱フランジの柱内側の面に接合される請求項1ないし4のうちいずれかに記載の鉄骨鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁の接合構造。

- [請求項6] 前記鉄骨鉄筋コンクリート柱は、略十字形鉄骨断面柱または略Ｔ字形鉄骨断面柱である請求項１ないし５のうちいずれかに記載の鉄骨鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁の接合構造。