

ノンダイアフラム形式柱梁接合 -KHC 採用例と適合判定ツールの紹介-

DEVELOPMENT OF A BEAM-TO-COLUMN CONNECTION WITHOUT STEEL DIAPHRAGM -INTRODUCTION TO EXAMPLES OF "KHC" AND CONFORMANCE CHECK TOOL-

岡田 幸児* 吉村 鉄也** 田村 眞一郎***
Koji Okada Tetsuya Yoshimura Shinichiro Tamura

1.はじめに

鉄骨造建築の骨組み構造において、柱に冷間成形角形鋼管柱（以下コラム柱）を用いた場合、柱梁接合部は通常、通しダイアフラム構造となる。ここで、フロア構成や意匠の関係により柱に取り付く梁の種類が異なる場合には、ダイアフラムの近接により構造が複雑となり、製作の難易度が高くなる。このような問題を解決するため、ノンダイアフラム接合金物を採用した KH コラムジョイント工法を開発した^{1),2)}。

KH コラムジョイント工法は、平成 25 年 9 月に評定を取得後、平成 28 年 11 月には適用サイズをコラム幅 600 まで拡大して評定を再取得している。再取得以後、本格的に販売を開始し、平成 30 年 8 月までに 30 物件の製作を行っている。本稿では、これまでの採用例を紹介するとともに KH コラムの適合判定および必要長の算出を容易とするツールについて紹介を行うものである。

2.KH コラムジョイント工法の概要

KH コラムジョイント工法（以下、KHC）は、骨組として冷間成形角形鋼管（コラム）を柱とし、梁に H 形断面部材を用いた鋼構造の柱梁接合部（パネル）部分に対し、溶接組立増厚鋼管である KHC を用いることによって、ダイアフラムを省略することができる工法である。

コラム-H 骨組構造では従来工法とした場合、梁フランジ毎にダイアフラムが必要となるため、梁成および取り付け高さの組合せにより多数のダイアフラムが必要となるケースや短いコラムが発生するケースが生じる。このような場合、製作難度が高く、時間も要していた。また、ダイアフラムの近接により超音波探傷試験が実施できないケースでは、梁の取り付け高さの調整や梁にハンチを設けるなどダイアフラム位置を調整する必要が生じる。このような諸対策の実施に代えて、KHC を採用することで梁の諸条件を変更することなく、パネル部を構成することが可能となる。KHC は前述の多段ダイアフラムの他、

ダイアフラムに起因する様々な問題を解決することが出来る工法と言える。この KHC の設計思想については、駒井ハルテック技報 vol.7²⁾にて紹介しているので、そちらを参照されたい。

3.KHC 採用例

KHC は、平成 28 年度に 23t、平成 29 年度には 140t を販売し、平成 30 年度は 8 月末の時点で 127t を販売している。販売累計としては 315t、個数としては 543 個となっている。問い合わせや予定物件も多く入っており、販売は順調に推移している。全体の傾向としては、KHC400 ならびに KHC450 が多数を占めている。以下に実際の物

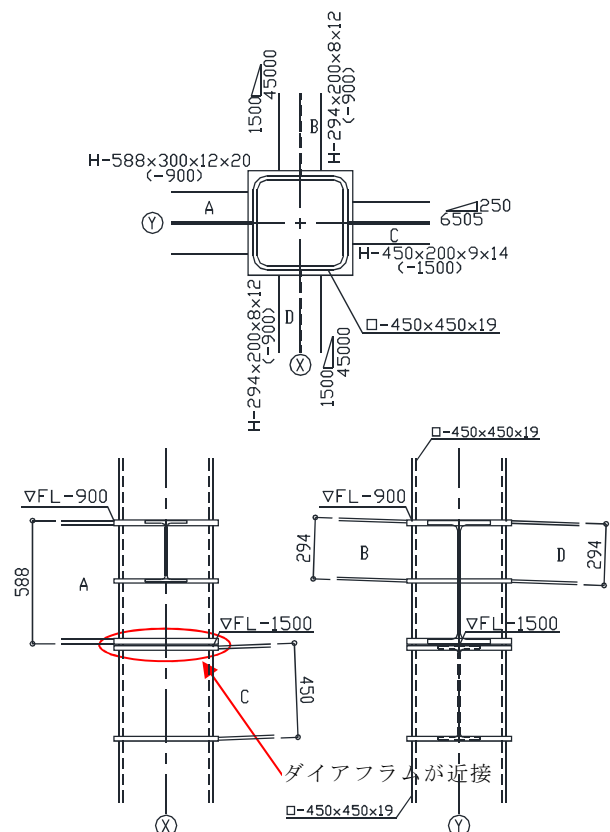


図-1 多段ダイアフラム（従来工法）

* 技術本部 技術研究室 **製造本部 富津工場 生産技術部 技術課
***鉄構営業本部 鉄構営業部

件にあった適用事例を示す。

3.1 多段ダイアフラム

コラム-H骨組構造ではKHコラムジョイント工法の概要で説明した通り、多数のダイアフラムを設ける必要があり、組み合わせによっては、諸対策が必要となる。図-1の事例では、ダイアフラムの近接のため、構造が成り立たないため、構造変更が必要となる。しかし、実際の構造においては、梁レベル変更や、鉛直ハンチの採用は難しく、ダイアフラムを兼用した場合はダイアフラム厚が50mmを超えてしまう。

この解決策としてKHCを採用した例を図-2に示す。KHCは増圧鋼管部の面外曲げ抵抗により梁から柱へ力を伝達するため、通しダイアフラムが不要となる。その結果、溶接工数および非破壊検査箇所が低減され、懸念されていた各種変更は不要となり、設計者の意図がそのまま再現されている。

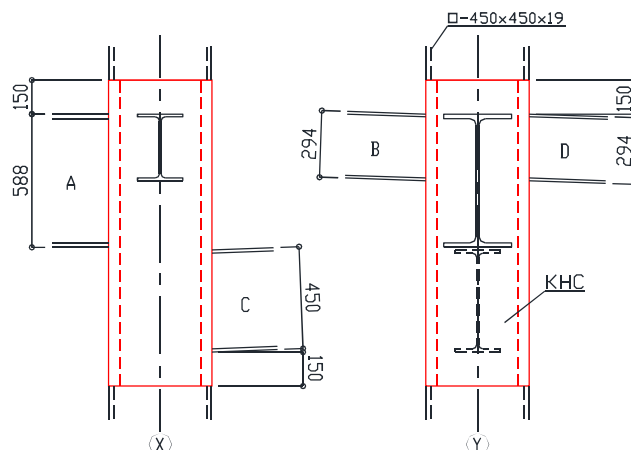


図-2 多段ダイアフラム (KHC)

3.2 屋根鉄骨 (斜め切断)

KHCが主として適用拡大を目指している中低層の構造物として、倉庫や体育館のような構造がある。このような屋根に勾配がある構造では、梁を屋根に沿って斜めとした場合、柱との接合部が問題となる。図-3に従来工法で屋根部を構成した例を示す。梁から柱への応力伝達にダイアフラムを用いる場合、ダイアフラムの位置に梁レベルを合わせる必要があるため、梁の位置が下がり、屋根との間に隙間が出来ることとなり、屋根と取り合うための鉄骨が別途必要となる。この対策としてKHCを採用することにより図-4のような形状となり、屋根との取り合いも問題ないシンプルな構造とすることが出来た。

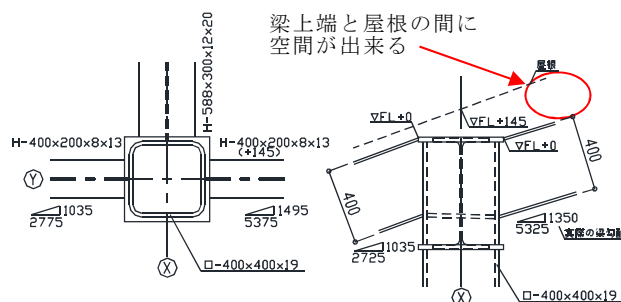


図-3 屋根鉄骨 (斜め切り) (従来工法)

3.3 梁の偏芯

鉄骨構造において室内を広くする他、外壁との取り合いから図-5に示すように出来るだけ梁を外側に偏芯させるケースがある。しかし、この例では梁レベルの関係から通しダイアフラムが近接し、非破壊検査(UT)が実施できないため、このままでは格点として構成できない。この解決策として近接する通しダイアフラム1枚を内ダイアフラム形式へ変更する方法があるが、図-6に示すようにコラムR部は溶接が制限されており、内ダイアフラムにスカラップを設ける必要がある。このため、梁が偏芯制限を受け、内ダイアフラムを採用しても格点構造が成り立たない。このような場合でもKHCは有効な手段となる。図-7にKHCで構成した結果を示す。従来工法では構成出来なかった構造が、KHCの採用により、全ての問題点は全てクリアされている。

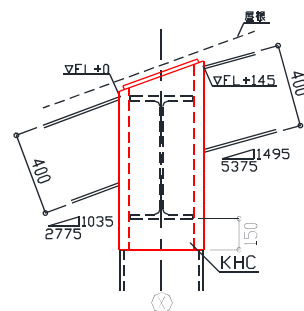


図-4 屋根鉄骨 (斜め切り) (KHC)

4. 適合判定ツール

KHCの採用に当たっては、特別な構造計算を行うこと

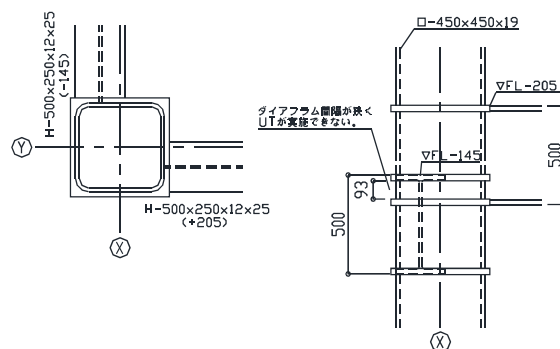


図-5 梁の偏芯 (従来工法)

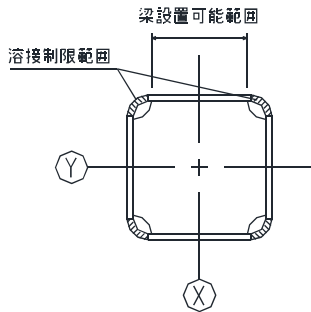


図-6 内ダイヤフラムの場合の制限

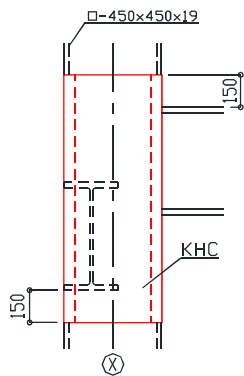


図-7 梁の偏芯 (KHC)

なく、標準図にある判定表より採用可能かを確認できるようになっており、ユーザーにより KHC の適合判定が可能となっている。図-8 にその適合判定の具体的なフローを示す。フローでは、KHC の使用可否を判定するため、耐震用鉛直ブレースの有無や、角度が 45° 以下であることを確認する他、KHC 上下のコラム柱の諸元や取り付け梁の諸元が使用可能な範囲にあるかも確認する。また、組み合わせに問題があった場合でも個別条件の照査を別途行うことで、使用可能となるケースがあることを示している。

このフローでは確認事項が多岐にわたるため、少々作業が煩雑となる。具体的には使用可否の判断を標準図から確認し、必要長さは梁成、梁の取り付け高さから計算を行うこととなる。そこで、作業の簡易化を目指し、必要な諸元を入力することで、一連の作業を自動的に行うことのできるツールを開発したのでここに紹介する。ツールの入力例を図-9 に示す。このツールでは、諸元の入力により使用可否判定と長さの算出を自動的に行う。ツールは Microsoft Excel で作成を行っており、特別な環境は必要ない。また、KHC が使用できないケースでは、その具体的な原因をエラーメッセージとして表示する機能も備えているため、構造検討段階であれば本ツールの使用により、KHC を使用可能な構造に調整することも可能

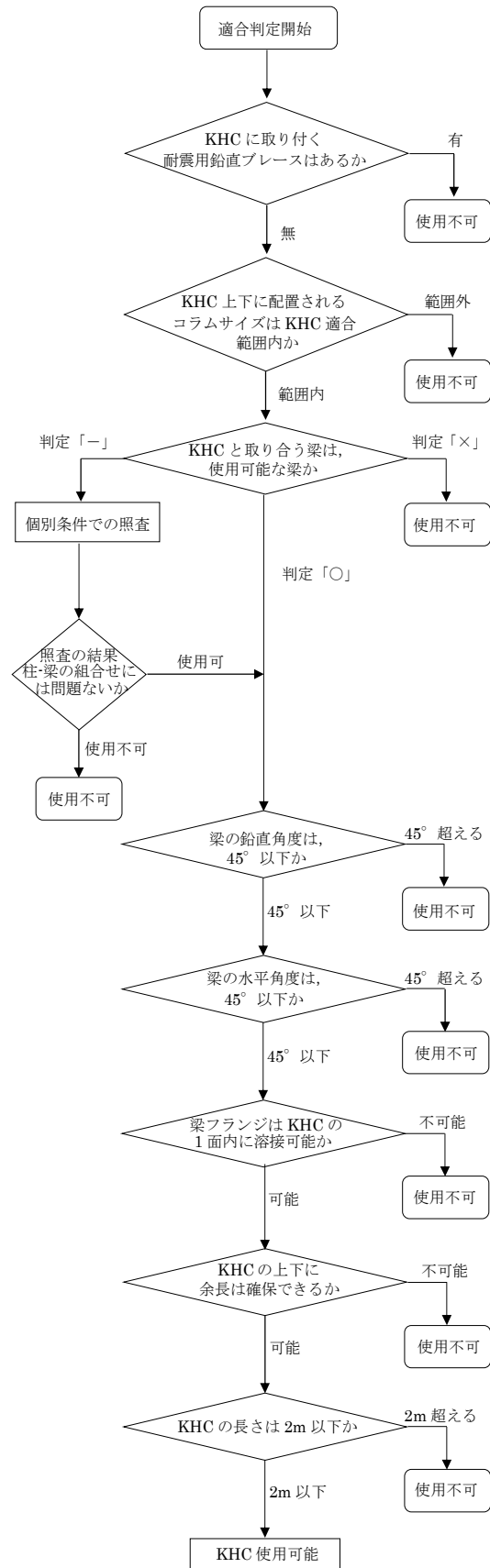


図-8 適合判定フロー

2018/8/17

KHコラム適合判定ツール

入力データ

①基本項目の確認
鉛直耐震プレースの有無

KH コラム上下の柱の諸元を入力します。

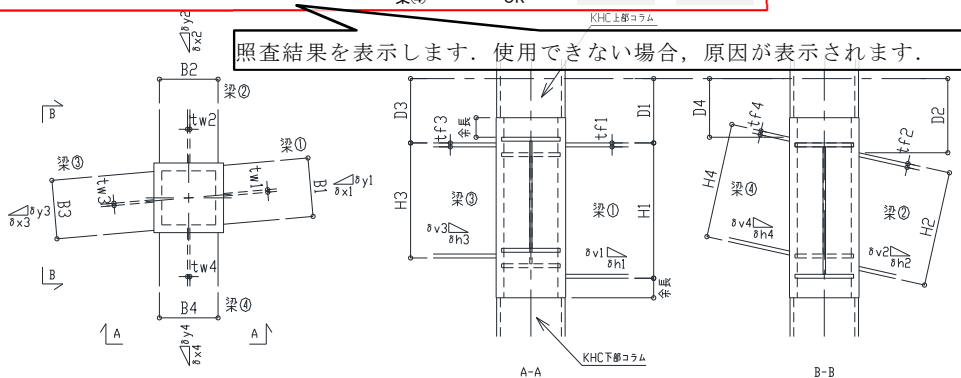
KH コラムに取り付く梁の諸元を入力します。

②柱に対する照査 KHC上部コラム諸元 材質 BCR295 サイズ 350 板厚 19 KHC下部コラム諸元 材質 BCR295 サイズ 350 板厚 22 上端の処理方法 中間		③梁に対する照査, ④格点に対する照査 梁①の諸元 符号 G692 材質 SS400 梁成 H1 692 フランジ幅 B1 300 ウェブ厚 tw1 13 フランジ厚 tf1 20 梁上端レベル D1 -329 鉛直角度 水平 $\delta h1$ 0 鉛直 $\delta v1$ 0 水平角度 梁 $\delta x1$ 300 梁直 $\delta y1$ 26				梁②の諸元 符号 G588 材質 SS400 梁成 H2 588 フランジ幅 B2 300 ウェブ厚 tw2 12 フランジ厚 tf2 20 梁上端レベル D2 -379 鉛直角度 水平 $\delta h2$ 300 鉛直 $\delta v2$ 67 水平角度 梁 $\delta x1$ 0 梁直 $\delta y1$ 0				梁③の諸元 符号 - 材質 - 梁成 H3 0 フランジ幅 B3 0 ウェブ厚 tw3 0 フランジ厚 tf3 0 梁上端レベル D3 0 鉛直角度 水平 $\delta h3$ 0 鉛直 $\delta v3$ 0 水平角度 梁 $\delta x1$ 0 梁直 $\delta y1$ 0				梁④の諸元 符号 G588 材質 SS400 梁成 H4 588 フランジ幅 B4 300 ウェブ厚 tw4 12 フランジ厚 tf4 20 梁上端レベル D4 -300 鉛直角度 水平 $\delta h4$ 300 鉛直 $\delta v4$ 67 水平角度 梁 $\delta x1$ 0 梁直 $\delta y1$ 0			
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

照査結果
KHCは使用可能です。

KHC350 の必要最低長さは 921 となります。

KHC上部コラム	OK	梁①	OK
KHC下部コラム	OK	梁②	OK
KHC長さ	OK	梁③	OK
		梁④	OK



照査結果を表示します。使用できない場合、原因が表示されます。

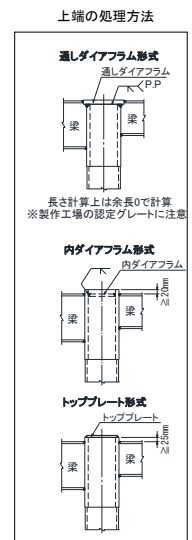


図-9 適合判定ツール入力画面 (Excel)

である。

5. おわりに

KHCは本格的な販売開始以来、順調に売り上げを伸ばしている。本ツールの整備により KHC の採用事例の増加、および作業の簡易化が期待される。また、鉄骨工場認定制度における「別紙第1 グレート別の適用範囲と別記事項」においても、ノンダイアフラム形式柱梁接合部の記述が追加され、ノンダイアフラム工法に対する認知度が上がっている。また、改訂された冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル³⁾では、梁成差が150mm未満であればハンチを設けることが望ましいとの記述があり、改訂前の100mmから適用範囲が拡大しており、梁の加工の手間を考えれば、ノンダイアフラム工法の適用拡大が期

待される。今後の展開としては、製作・販売体制の効率化や顧客ニーズの調査など、更なる開発の推進を検討している。

参考文献

- 1) 吉村鉄也, 横山幸夫, 中村武士: ノンダイアフラム形式柱梁接合部の力学的性状, 駒井ハルテック技報, Vol.1, pp.46-51, 2011
- 2) 岡田幸児, 吉村鉄也, 田村眞一郎: ノンダイアフラム形式柱梁接合-KH コラムジョイント工法の開発-, 駒井ハルテック技報, Vol.7, pp.31-34, 2017
- 3) 国立研究開発法人 建築研究所: 2018年版 冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル, 2018.2