

木鉄ハイブリッド構造用スマートビーム®

SMart BEAM™ for Timber-steel Hybrid Structures

穴戸 唯一*
Yuichi SHISHIDO

佐藤 圭一
Keiichi SATO

中安 誠明
Nariaki NAKAYASU

抄 録

スマートビーム® (溶接軽量H形鋼) は、主に鉄骨系プレハブ住宅の梁材として使用されている。一方、近年の脱炭素社会の実現に向けた動きの中で、従来の住宅分野に加えて、非住宅分野においても木造建築物の建設の取組みが加速している。これに対し日本製鉄(株)は、鉄骨プレハブ住宅で培った利用技術を木造住宅に転用することで、小スパン梁向けに木鉄ハイブリッド構造用スマートビームを実用化しており、現在その適用範囲の拡大に向けて、非住宅分野の木造建築物の大スパン梁を対象とした木鉄ハイブリッド構造用スマートビームを開発している。本報では、木造建築物の建設動向とともに大スパン梁向けに開発している木鉄ハイブリッド構造用スマートビームについて商品コンセプトを紹介する。

Abstract

SMart BEAM™ is a welded light-gauge H-section, which has been used primarily as a beam member of steel prefabricated residential houses. Recently, aiming for a carbon-free society, an increasing number of timber structures have been constructed not only as residential houses, but also as non-residential buildings. With this in mind, by applying the technology which has been developed for steel prefabricated houses to timber residential houses, Nippon Steel Corporation has already developed the SMart BEAM for short-spanned timber-steel hybrid structures. Furthermore, to expand the application to non-residential buildings, Nippon Steel is now developing the SMart BEAM for long-spanned timber-steel hybrid structures. In this report, together with the timber structure construction trend, a product concept of SMart BEAM for timber-steel hybrid structures is introduced.

1. はじめに

木材の利用は国内森林資源の有効活用、森林循環を通じた脱炭素社会の実現等から重要な位置付けとなっている。

2020年度“建築着工統計”を参照すると、新築建築物の床面積は99307千m²で、住宅分野と非住宅分野の割合はおおよそ65%と35%となっている。ここで、住宅分野の木造の割合は80%程度(ほぼ1階建から3階建)である一方、非住宅分野の木造の割合は8%程度と少ない。この状況を踏まえ、国は非住宅分野の木造建築物の建設促進の一環として、“公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律”により公共建築物(国及び地方公共団体が建築する建築物並びに民間事業者が建築する教育施設、医療、福祉施設等の建築物)の木造化や内外装材の木質化を推進しており、低層の公共建築物(1階建から3階建)は約30%(2020年度、全国平均)が木造で建設されるに至っている。更に“公

共建築物等における木材の利用の促進に関する法律”の一部を改正した“脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律”(2021年10月施行)を定め、非住宅分野において、公共建築物だけでなく、建築物一般においても、木造建築物の普及を進めている。

非住宅分野において木造建築物を建設する際には、住宅分野よりも大空間を構成する必要があることから、部材も大断面化することとなる。表1に、木梁の大断面化の一例として、同一の曲げ剛性を有する木梁とH形鋼の梁高さを比較して示す。同表から、木材の曲げヤング係数が鋼材のおおよそ1/15~1/20程度であることや、木梁は断面高さしか変更できないがH形鋼は板厚の変更も可能なことから、必要な曲げ剛性が大きくなるにつれ、木梁とH形鋼の高さの差異は拡大する傾向にあることがわかる。例えば、木梁高さが600mm程度の場合、木梁の高さはH形鋼の1.5

* 厚板・建材事業部 建材開発技術部 主幹 東京都千代田区丸の内2-6-1 〒100-8071

表 1 木梁とスマートビームの断面高さ 試算例
Design examples of section depth of timber beam and Smart BEAM

Timber beam			Smart BEAM (SMB)					Section height ratio timber beam/SMB	Recital
H	B	Bending stiffness	H	B	t1	t2	Bending stiffness		
mm	mm	kN/m ²	mm	mm	mm	mm	kN/m ²		
240	120	1 659	200	100	3.2	4.5	2 144	1.20	For SMart BEAM construction method
300	120	3 240	250	100	3.2	4.5	3 545	1.20	
330	120	4 312	300	100	3.2	4.5	5 375	1.10	
360	120	5 599	320	100	3.2	4.5	6 236	1.13	
420	120	8 891	350	150	3.2	4.5	10 427	1.20	
570	120	22 223	400	200	4.5	6	23 586	1.43	For timber-steel hybrid structure
690	120	34 500	450	200	4.5	9	42 085	1.53	

- Young modulus of “Timber beam” is set at $12 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$, and that of “Smart BEAM” is $205 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$.
- Creep deformation of timber beam is not considered in calculating bending stiffness.



図 1 大断面集成梁の事例

Example of laminated timber beam with large section depth



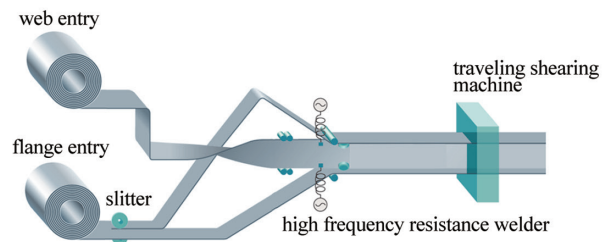
図 2 スマートビーム工法の適用事例

Application example of “Smart BEAM” construction method

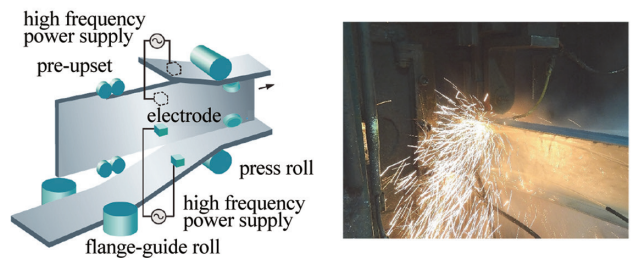
倍程度まで大きくなっている。これにより、非住宅分野の木梁は、大断面化による居住空間の圧迫や材料コストの増加、調達などの面で問題が生じる場合が多い(図1)。

このように木造に関わる環境が変化し、木梁の課題も見えてきている中、日本製鉄(株)は2011年に住宅分野(1階建から3階建)において、軸組木造の5m程度のスパンの小屋梁や床小梁を対象にスマートビーム(溶接軽量H形鋼, SMart BEAM®)を用いた床梁工法(図2, スマートビーム工法¹⁾)を木造金物メーカー“(株)タツミ”と共同で開発し、市場へ投入している。

本報では、今後更に旺盛な市場性を有する非住宅分野において、軸組木造向けに投入予定の最大スパン長12mに対応可能な木鉄ハイブリッド構造用スマートビームの開発経緯と商品概要を紹介する。



(a) The entire process



(b) The high frequency resistance welding

図 3 スマートビームの製造方法
Manufacturing process of a Smart BEAM

2. スマートビーム

スマートビームは、日本製鉄が製造する溶接軽量H形鋼(以下、軽量H)である。スマートビームは、熱延鋼帯を使用し連続的に溶接して成形したH形鋼である。その製造方法は、図3に示すように所定の幅にスリットされた2つの熱延鋼帯を使用し、その片方のコイルを半切し上下のフランジの位置に、他方をねじって縦にしてウェブ位置に誘導、その後、ウェブフランジの間に高周波電流を供給してアークを発生させ母材同士を溶融して圧接する高周波抵抗溶接を使用して製造する。

スマートビームは、その製造方法から、熱間圧延H形鋼(以下、ロールH)に比べ“要求性能に合致した最適な形状寸法の製造が容易である”、“高い寸法精度を有している”ことから、主に自社に自動加工ラインを有する鉄骨系住宅メーカーに供給している。

製品規格は、 400 N/mm^2 級の軽量Hについては、JIS G

3553 (一般構造用溶接軽量 H 形鋼) の SWH400 として規定されており、建築基準法第 37 条第 1 項の指定建築材料として指定され建築物の主要構造に使用することが可能である。また、その他に 490N/mm² 級の軽量 H も建築基準法第 37 条第 2 項の大臣認定を取得しており、建築物の主要構造に使用可能となっている。

3. 木鉄ハイブリッド構造用スマートビーム

木鉄ハイブリッド構造用スマートビーム (図 4) は、非住宅分野の軸組木造建築物の 6m ~ 10m 程度の小屋梁や床小梁の梁への適用に向け、木造金物メーカー“タツミ”と共同開発を行い、2022 年度の商品化を目指している。

本開発では木造と鉄骨造の加工方法、施工方法並びに設計方法などの違いを考慮しながら、大断面で高価な木梁を、適切に選定された断面のスマートビームに変更することで、“コストダウンによる建設コストの適正化”と“小断面化による空間の確保”を図っている。以下にその開発コンセプトを示す。

- 1) スマートビームと木梁や木柱を含めた木材部分との接合は、木造用の既製品の金物 (TN 高耐力梁受金物) を使用することで、木材部分の部材加工を従来の加工機械で対応可能として、加工工場の選定の省略による加工コストを縮減する。
- 2) 一般的な鉄骨工事では、梁材を吊りながらボルトを取付け仮置きした後、本設へと取付け作業が進む。本工法では木造で普及している金物工法と同様に、スマートビーム両端部に予めボルトを取付け、木大梁または木柱に取付けられた木造用の既製品の金物 (TN 高耐力梁受金物) に落とし込み仮設した後、本設へと進めるので、木造建設作業でも対応し易い機構とした。
- 3) スマートビームの上部に木部材を配置して、小屋束や床合板などの他木材部材との接合を容易にした。
- 4) スマートビームの上部の木部材に火打ち材や構造用合板を取付けて、地震力や風荷重の水平力を負担させる。一方スマートビームには鉛直力を負担させる。上部木部分とスマートビームの機能を分離させることで構造設計を簡素化している。
- 5) 一般的に集成材等大断面木梁は受注生産であり、在庫販売されている一般流通材と異なって納期が見えにくい。一方、スマートビームは常時製造サイズ、上部木部分等に一般流通材を使用するので、発注から納品までのリードタイムの短縮を図ることができる。
- 6) 専用の設計シートを作成して、構造設計者が設計できるようにした。また、使用する金物の自動積算とスマートビーム各部位の加工詳細図が自動で組み上がるようなオーダーシートも用意する。これらによって発注から納品までのリードタイムの更なる短縮を図ることができる。

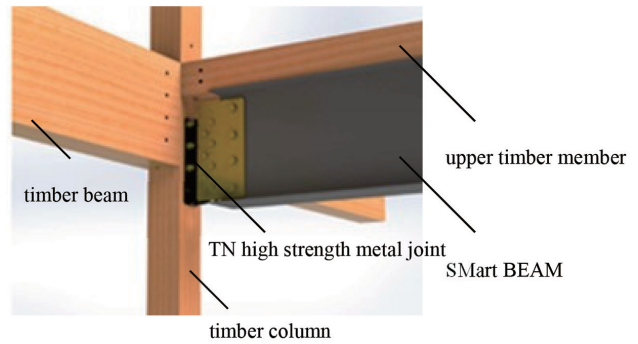


図 4 木鉄ハイブリッド構造用スマートビーム (イメージ図)
Product image of timber-steel hybrid beam using Smart BEAM (for illustrative purposes)

4. まとめ

本報では、低炭素社会実現に向けて大きく動き出している非住宅分野の木造建築物に対応した木鉄ハイブリッド構造用スマートビームの開発を紹介した。

なお、スマートビームは“枠組壁工法 (2×4 工法) 告示 (国土交通省告示第 1540 号, 第 1541 号)” (2015 年改正) によって枠組壁工法の床根太や天井根太への適用が可能となっている。今後は、枠組壁工法への木鉄ハイブリッド構造用スマートビームの適用も視野に木造建築物へのスマートビームの適用拡大の取組みを継続する。

参照文献

- 1) 新日鉄住金技報. (403), (2015)



宍戸唯一 Yuichi SHISHIDO
厚板・建材事業部 建材開発技術部 主幹
東京都千代田区丸の内2-6-1 〒100-8071



佐藤圭一 Keiichi SATO
厚板・建材事業部 建材開発技術部 主幹



中安誠明 Nariaki NAKAYASU
鉄鋼研究所 鋼構造研究部
課長 博士(工学)