
川崎製鉄グループ建材技術の現状と今後の動向

State of the Art and the Future Trend of the Construction Materials of Kawasaki Steel-Group

高橋 千代丸(Chiyomaru Takahashi) 橋本 正治(Masaharu Hashimoto) 菊川 春三(Shunso Kikukawa)

要旨：

川崎製鉄グループの建材技術の現状と今後の展望について概略を述べた。以下に所見をまとめる。(1) コスト削減の社会的要請に応える手段の一つとして、今後、鋼と他の材料との複合構造がさらに普及する。(2) 充実してきたストックに対し、メンテナンスやリニューアルの市場が増えつつある。(3) 振動・騒音対策や CO2 削減など、「環境機能建材」の需要が今後は増大する。

Synopsis：

This paper is concerned with the present status and perspectives of construction materials manufactured by Kawasaki Steel and its family companies. The principal conclusions are as follows. (1) Hybrid structure of steel and other materials are expected to become popular due to social demands responding to the reduction of construction cost. (2) As a result of attained adequate social stocks, new construction markets for maintenance, repair and renewal of these social stocks are increasing. (3) Ecological-value added construction materials which are related to anti-vibration, anti-noise and CO2 emission reduction are expected to expand rapidly their markets in the future.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

State of the Art and the Future Trend of the Construction Materials of Kawasaki Steel-Group



高橋 千代丸
Chiyomaru Takahashi
建材センター長



橋本 正治
Masaharu Hashimoto
建材センター 建材技術部長



菊川 春三
Shunso Kikukawa
建材センター 建材事業企画部 建築建材チームリーダー

要旨

川崎製鉄グループの建材技術の現状と今後の展望について概略を述べた。以下に所見をまとめる。(1) コスト縮減の社会的要請に応える手段の一つとして、今後、鋼と他の材料との複合構造がさらに普及する。(2) 充実してきたストックに対し、メンテナンスやリニューアルの市場が増えつつある。(3) 振動・騒音対策や CO₂ 削減など、「環境機能建材」の需要が今後は増大する。

Synopsis:

This paper is concerned with the present status and perspectives of construction materials manufactured by Kawasaki Steel and its family companies. The principal conclusions are as follows. (1) Hybrid structure of steel and other materials are expected to become popular due to social demands responding to the reduction of construction cost. (2) As a result of attained adequate social stocks, new construction markets for "maintenance, repair and renewal" of these social stocks are increasing. (3) Ecological-value added construction materials which are related to anti-vibration, anti-noise and CO₂ emission reduction are expected to expand rapidly their markets in the future.

1 はじめに

川崎製鉄技報において前回、建材が特集されて以来、6 年が経過した。この間の経済状況は周知のように大きく変化した。いわゆるバブルの崩壊前後で実質 GDP の伸び率は大幅に鈍化し、1992 年以降は「0 成長」に近い状態を余儀なくされている。この結果、設備投資の伸びも GDP 伸び率にほぼ対応する形で減少することになり、建設産業、特に、住宅以外の建築分野での投資落ち込みが著しいといった現状にあることから、不況感を払拭しきれないでいる。

一方、1995 年 1 月には未曾有の大惨事となった阪神大震災が発生し、計り知れない被害をもたらしたことも記憶に新しい。技術面では、この震災を機に、さまざまな耐震や制震（含む免震）技術が開花することとなった。また、建築分野においては、建築構造用圧延鋼材（SN 鋼材）が JIS として新たに制定された（JIS G3136-1994）。さらには、1998 年 6 月の建築基準法改訂で、従来仕様規定に加え、性能規定化の道が開かれたが、これは設計の自由度増大の可能性を示唆するものといえる。

上記の社会的、経済的要因を受け、川崎製鉄グループの建材商品もここ数年間で変貌を見せている。以下にこれら商品群の概要を紹介するものである。

2 土木建材の現状

Table 1¹⁾ は普通鋼鋼材内需の部門別統計のうち、建材部門のみを抜き取って示しており、建設部門は全体需要の約半分を占めていることがわかる。これをさらに土木と建築に分けてみると、建築が多少のぶれはあるものの、需要は経年的には増加気味である。一方、土木はわずかながら減少傾向にあるといえる。Table 2²⁾ に示すように、公共投資に占める鋼材原単位は経年推移でも減少傾向が認められる。これは公共投資の大半が土木向けであることに起因しているゆえと推定される。土木で原単位が減少している主な原因は近年、大規模プロジェクトが一段落し、1 プロジェクト当りの規模が小さくなっていることがあげられる。これに加え、公共工事コスト縮減

Table 1 Domestic demand ratio of ordinary steel¹⁾ (%)

Item	Fiscal year				
	1960	1970	1980	1990	1997
Construction	42.5	50.4	46.2	51.0	48.9
Architecture	25.1	33.0	29.0	35.6	34.9
Civil Engrg.	17.4	17.4	17.2	15.4	14.0
Others	57.5	49.6	53.8	49.0	51.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

* 平成10年9月24日原稿受付

Table 2 Change of steel consumption²⁾

	Fiscal year						
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
A: Public investment (trillion yen)	28.3	30.3	35.4	39.9	39.4	42.6	41.4
B: Steel demand ($\times 10^4$ t)	1292	1356	1287	1279	1223	1282	1265
B/A	45.7	44.8	36.4	32.1	31.0	30.1	30.6

Table 3 Kawasaki Steel's main products of construction materials and execution methods

Type	Products methods
(1) Composite steel structures with other materials (ex. concrete)	· Kawasaki Steel composite slab bridge (KCSB) · Composite pier for earthquake proof (Photo 1) · Cast-in-place concrete pile with outer steel shell (KKTB)
(2) Faculty improvement of steel materials (ex. efficiency elevation of execution)	· Rotary penetration steel pipe pile (drill pile method) · Wide flange sheet pile (Photo 2) · Ecological steel sheet pile bank protection · Landslide control steel pipe pile with screw joint (mecha-neji) · Liquefaction prevention steel sheet pile (drain SP)
(3) Standardization propulsion of steel materials and conversion to usage as parts from as materials	· Pre-fabricated Bridge · Steel cable for cable-stayed-bridge (PAC-H, Photo 3) · H-shaped steel sheet pile (K-domeru) · Segment cell formed by steel sheet pile · L shaped steel pipe frame debris barrier · Information and communication lifeline protector made by steel pipe (C.C. BOX, Photo 4)

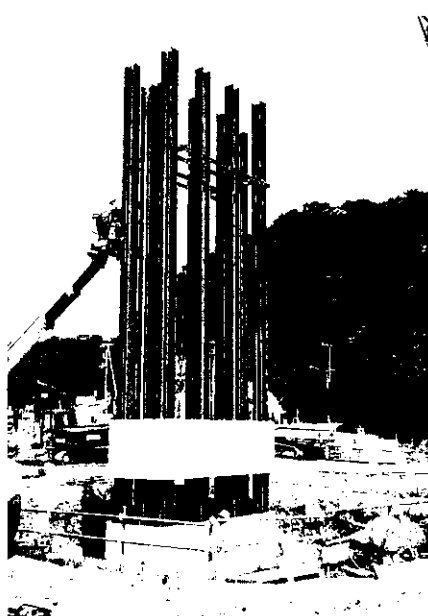


Photo 1 Composite pier (REED method)

が強く求められるに至り、土木建材製品を扱うメーカーにとってはさらに非常に厳しい環境となってきた。

以上の環境のもと、鋼材倶楽部や鋼管杭協会などでは、鉄鋼業界として鋼材の利用技術の確立・普及や、独自の技術マニュアルの発行といった活動を行い、利用環境整備に注力してきている。当社としても、コスト縮減に対応すべく独自に各種の土木建材製品・工法を開発してきた。Table 3 に当社が保有する主な製品・工法をテーマ別に例示する。

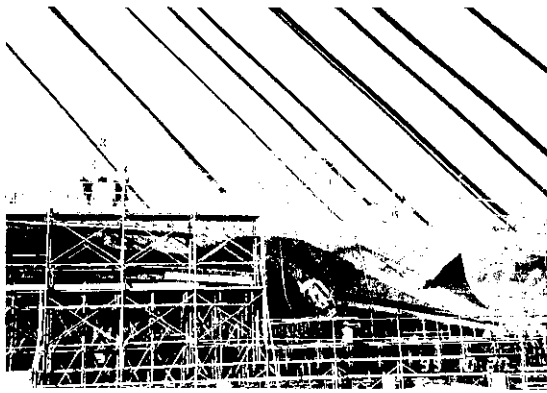
もちろん、上記の製品・工法はコスト縮減のみを意識して開発してきたものばかりではなく、阪神大震災を機として強化・充実して



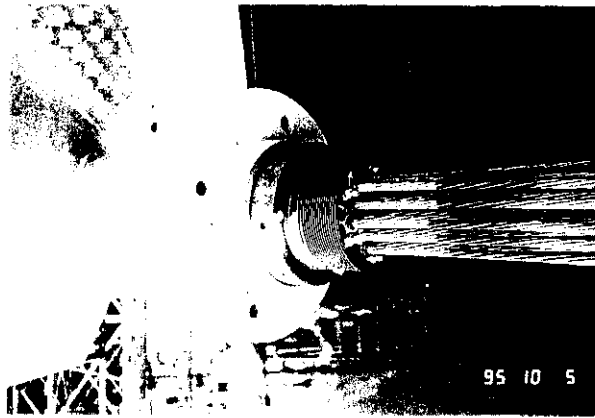
Photo 2 Wide flange sheet pile

きたものも多い。特に、高耐震複合橋脚で代表される技術として、コンクリートと鉄筋以外の鋼材を複合させた構造は土木構造物の耐震性、あるいは施工性向上に対して、次世代の技術発展にとって有効なテーマであると考えられる。また、震災後の技術開発では製品・工法開発にとどまらず、メタル C.C.BOX などライフラインの分野の技術として耐震診断・危険度予測診断技術も充実してきている。

最近の新しい動きとして、土木分野で耐震性や経済性といったテーマに加え、「環境」といったキーワードが使われるケースも非常に増えてきた。これも土木建材に要求されている機能に関する非常に大きなテーマであり、実際、「環境建材」といわれる製品が市場に登場してきている。現状の環境建材は、かつてストリートファニチャーに代表される景観材として多くの実績を積んできたものとは異なり、高架橋下裏面吸音材 (**Photo 5**) に代表されるような機能と景観機能をあわせもった製品である。言い換えれば、本製品は景観に対する配慮は当然要求されるものの、採用の可否は騒音吸収率



(a) Tensioning



(b) Anchor

Photo 3 Cable system for cable-stayed bridge (PAC-H system)



Photo 4 Communication cable box

の良し悪しで決定される。すなわち、これらいわば「環境機能建材」には設計上、最重要性能として、周辺環境の維持・改善が要求される。この場合、環境要求性能としては、視覚・情緒的なものよりは、遮音や断熱に対する明確な数値が指標として示されることになる。

3 建築建材の現状

阪神大震災以来、制震・免震技術は急速に普及した。川崎製鉄グループでも、軸方向圧縮耐荷能力を飛躍的に向上させることに成功

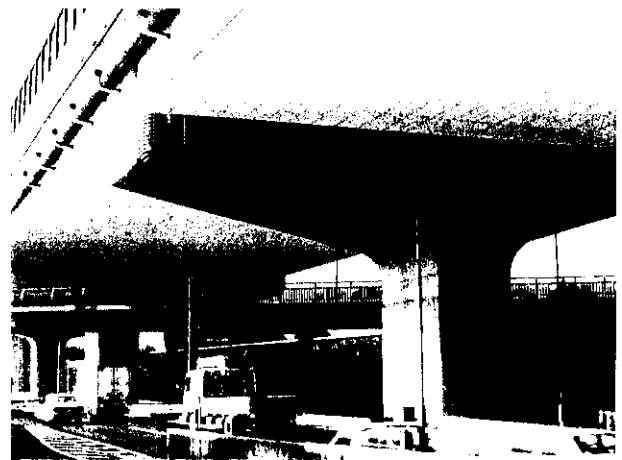
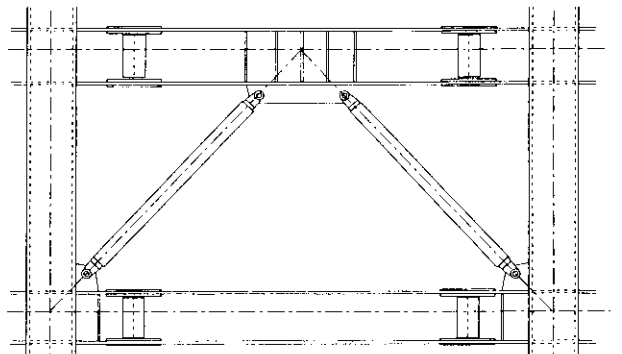


Photo 5 Acoustic absorptive panel attached to the underside of highway bridge

(a) Damper used for bracing



(b) Outline of double tube

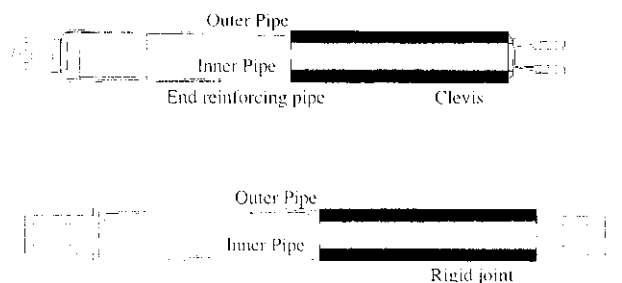
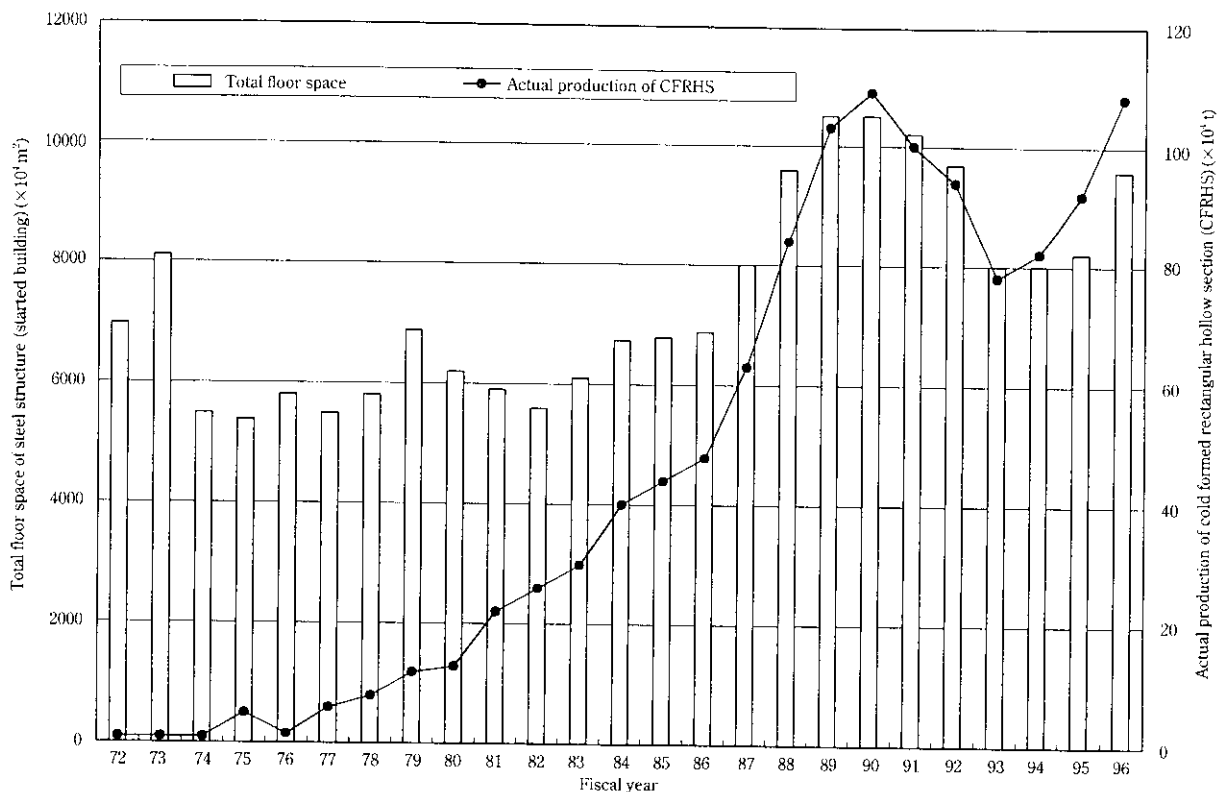


Fig. 1 Double tube type hysteretic damper

した二重鋼管方式部材に着目した制震デバイスを開発した³⁾。このデバイスは軸力を負担する内管と内管の座屈変形防止に寄与するさや管とで構成されており (Fig. 1)、鋼のメリットを活かした比較的軽量の制震ブレース材を実用化したものである。これらは極軟鋼 (商品名 RF100, RF100T) を内管に使用したものである。制震デバイスとしてはこの他に、耐力壁の一部を極軟鋼製品に置換したものがあるほか、使用する素材として、極軟鋼以外の通常鋼強度レベルの狭YP鋼 (RF235) についても開発を終了している。

建築建材は土木建材以上にコストダウンの要求が厳しい一方、Fig. 2 に示すように、鉄骨造の着工面積はオイルショックやバブルの破綻などの影響による一時的な落ち込みはあるものの、ほぼ、右肩上がりの傾向で増えてきている⁴⁾。特に、図中にあわせて示した

Fig. 2 Change of actual production of columns and total floor space⁹⁾

ように、1981年の新耐震設計法の施行以来、冷間成形角形鋼管は急速に普及し、1996年には最盛期と等しい、100万t/年の使用実績を示すに至った。いわゆる4面ボックスが往時の28万t/年から7万t/年へと低迷しているのと鮮やかな対照を見せている。この理由は価格面その他、冷間成形角形鋼管の性能面での認知があげられる。すなわち、産・学・官各方面の協力により、冷間成形角形鋼管は日本建築センターでの性能調査の結果、BCR（ロールコラム）、BCP（プレスコラム）のそれぞれの名称で、SN鋼材に続いて建築鋼材に適した材料として再認知されるに至った過程で、構造部材としての品質を証明し得たことが大きいと考えられる⁹⁾。

さらに、最近の動きとしては、BCPが適用不可能な領域で、4面ボックスと競合する形で極厚H形鋼の採用が次第に増えてきている。これは構造解析手法が発達して、いわゆるチューブ構造の立体解析が比較的容易にできるようになった結果、価格面でH断面部材が優位になったことが主な理由と推測される。また、これは材料技術面から見ると、一種の温故知新であり、当社の場合、1970年代に基本開発した牙が最近になって開花、結実した例である。

最近の材料開発を紹介すると、上記極厚鋼の他に、厚鋼板でTMCPタイプのMAC 325、355が1994年に、さらに590N/mm²級鋼であるSA 440が1996年と続けざまに一般認定を取得している。これら高張力鋼のうち、前2者は40mm超えの部材基準強度を一般のF値と等しくできることにより、また、後者は高軸力を負担する超高層建築の柱材に主に用いることにより、それぞれ鋼重量低減効果が期待できる。すなわち、建設コストの縮減が可能となるものである。

次に、ここ数年、建築分野で加工建材の採用が漸増してきている。これまでも、高力ボルト継手用添接板、エレクションピースなどの金物類は既製品がかなり出廻っており、また、本格的な構造部材としても、角コラム柱一梁仕口部や柱脚金物などを専門メーカーから

購入する例は数多く見受けられた。現在では、これらの金属製品はさらに大型化し、CFTのごとき、柱一梁仕口付部材へと発展している。また、梁部材については、流通段階で梁端仕口加工する例が増えており、木造住宅分野のプレカットに対応するように、鉄骨の1次加工段階での加工度向上が認められる。川崎製鉄グループの本分野に相当する商品は先にあげた二重鋼管制震デバイス、CFT（商品名KSコラム）、鋳鋼製コラム柱脚金物が一般に販売されているところである。

鋼材倶楽部を中心とした新規需要喚起の動きとして、スチールハウスがある⁹⁾。1994年以降の開発の結果、設計・施工法が整備され、当社の場合、これまでに23棟の建設実績がある。スチールハウスはツーバイフォー工法と同様、パネル工法であり、耐力壁の枠組に厚さ1.0mm前後の薄肉冷間成形材（溝形鋼、リップ溝形鋼）を使用する。このため、現状設計法に従うと、鋼材の使用量は40kg/m²程度である。スチールハウスの対象は約70万戸/年と称される戸建住宅であるが、膨大と思われる市場をどう具現化していくかが課題である。これを解決すべく、当社が中心となり、スチールハウスに関する材料メーカーや工務店からなるネットワークを構築し、ここでマニュアルの整備や各種の研究会を設けることで、従来とは異なった新しい住宅システムの普及に努めている。さらに、3階建を含めた構造計画の自由度拡大にも鋼材倶楽部をあげて取組んでいるところである。

川崎製鉄グループ建材各社の商品の大部分は、スチールハウス同様、コイルを加工してなるロールあるいはプレス成形品である。たとえば、「QLデッキ」は床構造製品の代表であるが、最近、仮設用デッキである「ハイデッキ」を端部エンドクローズド処理をせずに、Fig. 3に示すように、表裏を通常使用とは反対の状態で使用することを提案している。これは、天井から階上床までの有効空間を大きく取れることで配管などのスペースを確保し、この結果、建物

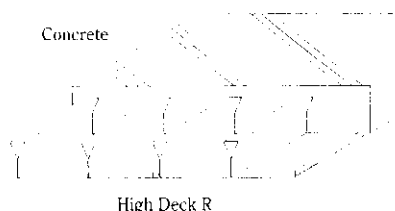


Fig. 3 Perspective view of "High Deck R"

の必要階高を小さくでき、建築全体のコスト縮減に寄与しようとする試みである。

5 今後の展開

上述してきたように、今後の成熟した社会では、従来型の単純な全体成長はあり得ない。限られた需要の中での「大競争時代」に入った現在、建材にも一層の価格競争力が求められることは言うまでもない。このためには、コスト削減の努力はもとより、従来にはなかった新しい機能商品を開発し、建材およびこれから成る構造物としての「総合価値」を高めることが必要である。今後、この「総合

価値」判断の主軸となる基準の一つは、建材の生産から運用、廃却にいたる一連のライフサイクルコスト (LCC) が取り上げられることになる予測される。同様に、その材料を使用することで、周辺環境に及ぼす負の影響量も採否に際しての重要なキーワードとなろう。また、成熟した社会にあっては、これまでのストックを廃棄することなく、補修・補強（リニューアル）することで構造物の質を維持、改善することが求められる。

幸いにして、先人の努力により、鉄は現在では、環境に優しい素材になっている。副産物の利用度も高度に進んでいることから、今後とも、構造建材分野での鉄の地位は基本的には揺るぎがないものと考ええる。また、川崎製鉄グループの建材群において、吸音筒に代表される「環境機能建材」のように、上記の要求にある程度応えているものはすでに存在している。さらに、制震デバイスをを用いての耐震補強工法も以上の要求に一部合致したものといえる。前者の環境機能建材においては、CO₂削減効果のような環境保全機能を新たに付与することが社会的に求められるようになると予測される。この場合、太陽電池 (PV) を商品に組込むことが有効な解決手段となろう。後者のストック改善を目指した建材に関しては、住民が安全かつ快適に居住しながら建物の機能向上が図れる技術を開発するなど、社会的な利便性や快適性に関する開発が望まれる。

参考文献

- 1) 情報、(1997)912, 6
- 2) 情報、(1998)918, 22
- 3) 安井信行、今井克彦、藤澤一善、清水孝憲、井ノ上一博、中山信雄、相沢 寛：日本建築学会大会学術講演梗概集、(1995)22201, 401-402
- 4) 鋼構造ジャーナル、(1997)804, 12
- 5) 日本建築センター：「冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル」、(1996)、[日本建築センター]
- 6) 例えば、Steel House Today, 1(1998)8, 4-8