

# 建築建材技術の動向と今後の展望

## Recent Trend and Future Direction in the Technology for Structural Steels Used in Buildings

計良 光一郎<sup>(\*)</sup>  
Kouichirou KEIRA

### 1. はじめに

この40年間で、わが国の鉄骨造は世界に類を見ない飛躍的な量的拡大を成し遂げた。図1に示すように、1980年代後半に木造と並ぶ構造種別となり、1970年頃500万tを超え、1990年には1200万tに達したと推定されている。直近の10年間の平均生産量は約1000万tであり、景気変動の影響はあるものの、今後この水準で推移するものと思われる。これは1996年の普通鋼内需約6800万tの15%を占める。

一方、規模的には、2階建て以下が全体の70%弱、5階以下が全体の約93%であり、1棟当たりの延床面積は300m<sup>2</sup>前後が最も多く、1棟当たりの使用鋼材量は約30t程度である。このように、鉄骨造は超高層ビルや大スパン建築物等が主用途のように思われがちであるが、毎年約30万棟建設される小規模・低層建築物が1000万tの鉄骨需要を形作っている。

使用鋼材は、60%がH形鋼、10%強が冷間成型角形鋼管(以下ボックスコラム)、残りの30%弱が厚板、平鋼であり、高層建築になるに従い厚板の使用比率が高く、鋼材強度では40kgf/mm<sup>2</sup>級が80%強を占める。

### 2. 建築構造用鋼材の現状

図2に粗鋼生産量、鉄骨生産量および主要な建築構造用鋼材の開発を時系列で示す。大きく3段階の時期に分けられる、つまり、

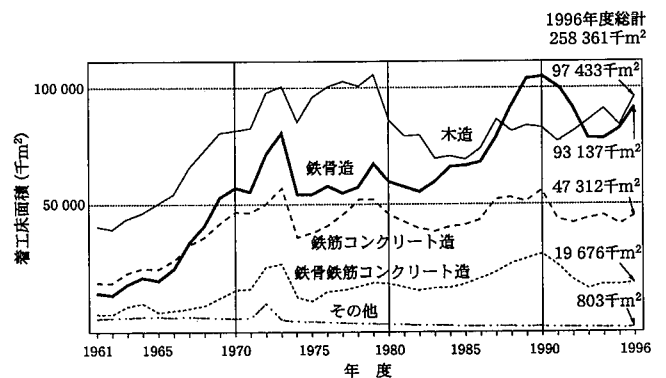
- I. 量的拡大期(～1970年前半)：H形鋼とボックスコラム
- II. 量的安定期(～1980年半ば)：無し
- III. 質的転換、見直し期(1980年後半～?)：高性能鋼、SN鋼であり、代表的な建築構造用鋼材とほぼ対応付けられる。

#### 2.1 H形鋼とボックスコラムの普及

1970年までの量的拡大期における建築構造用鋼材の代表はH形鋼とボックスコラムであり、鉄骨構造はこの構成を基本として現在に至っている。

1961年の生産開始時より、H形鋼は鉄骨構造物建築の合理化に資する画期的な鋼材として注目されたものの、材料節約的な設計と労働集約的な山形鋼、溝形鋼等の組立て材による鉄骨構造物建築が長く続いた。しかしながら、H形鋼の優秀な基本性能とメーカーの努力により、梁材を中心に鉄骨構造用鋼材の60%を占めるまでに成長した。

ボックスコラムは1970年頃に生産が開始されたが、柱材として脚光を浴びたのは1981年の“新耐震設計法”以降であった。この設



出所：建築統計年報  
図1 構造種別着工床面積の年度別推移

計法のもとで、両方向ラーメン構造がブレース構造に対し本来建築計画上の自由度に加え、構造的に単純かつ相対的に有利なものとなり爆発的な普及に繋がった。現在では年間生産量は約100万t、柱材の9割はボックスコラムであるとの調査結果もある。中低層建築の代表的柱材としての地位を築いており、本来“柱”を表す“コラム”がボックスコラムと同義語となっている。

#### 2.2 高性能鋼の開発と実用化

1980年代後半に入り内需の約50%を占める建設分野での鉄骨拡大の観点から、鉄骨造の先端分野である超高層建築、大スパン構造等の要求に応えるため、新しい性能、機能を付加した鋼材が高炉メーカーで次々と開発され、商品化された。これらの鋼材の開発、商品化の方向は、高・低降伏点、低降伏比、狭降伏点幅などの耐震性能に関わる性能、溶接性、形状・寸法精度など加工、施工に関わる性能、耐久性に関わる性能そして新機能の追加などである。以下に、その代表的なものを挙げる。

##### (1) 高張力鋼

建設省総合技術開発プロジェクト“略称：新素材総プロ”(1988～1992年)において、地震時に塑性変形能力を発揮させるための独自の性能を従来の60kgf/mm<sup>2</sup>級高張力鋼に付加し、その利用技術を確認するための実用化研究がなされ、1996年9月に高炉5社が建設大臣の材料一般認定を取得した。適用例を写真1に示す。

<sup>(\*)</sup> 建材開発技術部 専門部長  
東京都千代田区大手町2-6-3 ☎100-8071 ☎(03)3275-7768

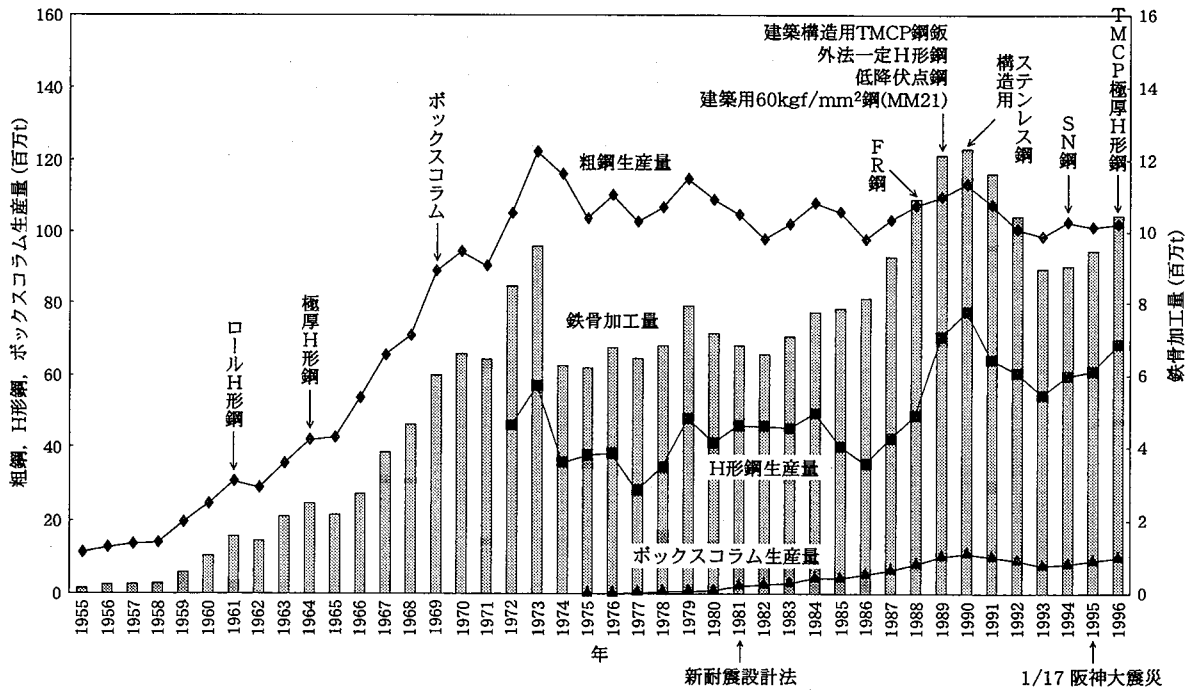


図2 建築構造用鋼材の開発の推移

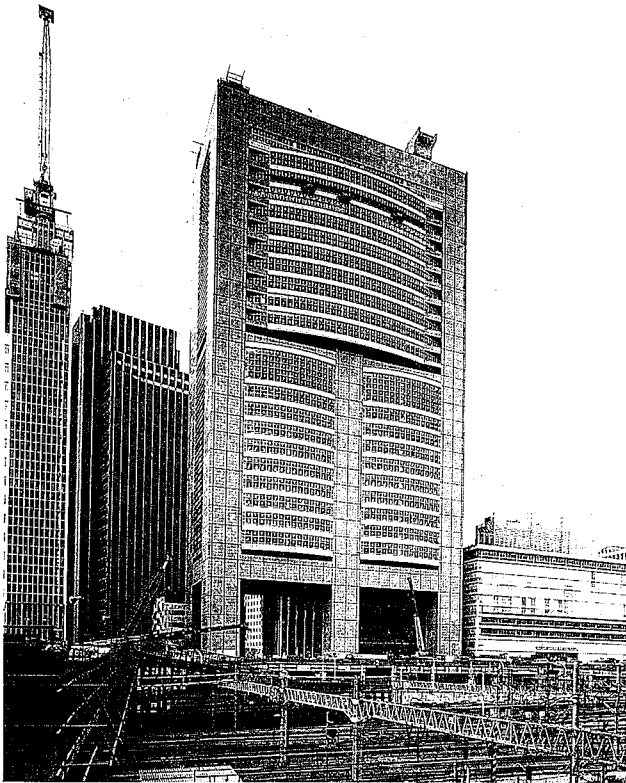


写真1 60kgf/mm<sup>2</sup>級鋼の使用例(JR東日本本社ビル)

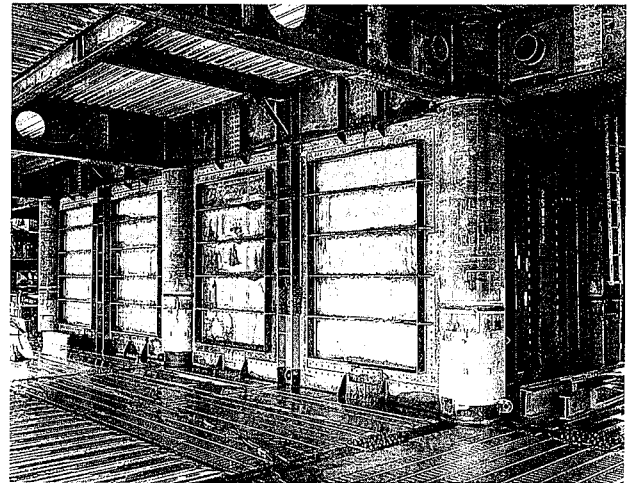


写真2 低降伏点鋼制震壁の例

(2) 低降伏点鋼

免震・制震構造技術の開発の一つとして、地震による建築物への入力エネルギーの吸収デバイス用材料として使用される、従来鋼に比較して極めて降伏点の低い鋼材である。適用例を写真2に示す。

(3) 建築構造用TMCP鋼

TMCP(熱加工制御)と呼ばれるプロセスで製造され、極厚で

も優れた溶接性と強度の安定性を有する。造船分野での利用が最初であるが、建築構造用の特性を盛り込んだ建築専用の規格として、1989年に建設大臣の一般認定を取得した。現在では40mm超の厚板はほぼ全てこの鋼材が採用されている。直近、同様な考え方で、TMCP極厚H形鋼も開発、実用化された。適用例を写真3に示す。

(4) 耐火鋼(FR鋼)

1988年に新日本製鐵により開発された建築構造用鋼材で、耐火性を高める合金元素(モリブデン等)を添加することにより、従来の鋼材に比較して高温強度を大幅に向上させたものである。立体駐車場、スポーツ施設、アトリウム、駅ビル、外部鉄骨等の幅広い用途に年間約10万t採用されている。特に、一定規模の自走式立体駐車場については、1996年2月に高炉5社が建設大臣の一般認定を取得し、普及が急速に進んでいる。適用例を写真4に示す。



写真3 極厚H形鋼を柱に使用(堂島ビル)

(5) 建築構造用ステンレス鋼

最も一般的なSUS304(18Cr-8Ni鋼)をベースに建築構造用としての規定を付加したもので、PS235-SUS304(ステンレス協会規格:SAS 601-1993)と呼ばれる。1994年9月にステンレス構造建築協会が“ステンレス建築構造物”に関して建設大臣の一般認定を取得し、設計審査、加工工場審査、技術者の認定等のサービスと技術普及活動を行っており、既に20数件のステンレス構造建築物が建設されている。適用例を写真5に示す。

(6) 外法一定H形鋼

外法寸法の自在成形圧延技術を中心とした画期的な製造技術を適用し、外形寸法一定で、薄肉ウェブ、高寸法精度、常用板厚の採用等、従来のH形鋼の性能を向上させた高性能H形鋼として1989年新日本製鐵が高炉各社に先駆け、商品化した。

2.3 汎用材の見直し(SN鋼シリーズの制定)

一方、前述の高性能化の動きと並行して、汎用材も見直された。従来、建築鋼構造では一般構造用鋼材(JIS G3101:SS)、溶接構造用鋼材(JIS G3106:SM)が使用されてきた。この鋼材規格は、鋼構造物全般を対象とし、弾性許容応力度設計を前提とした。一方、極大地震時に構造物の弾塑性挙動による地震エネルギー吸収を期待する“新耐震設計法”において用いる鋼材としては、必ずしもその要求性能に応えるものではなかった。

また鋼板の開裂問題、東京都等で指摘された溶接品質を中心とした不良鉄骨、或いはミルシートの不正使用等、いわゆる不良鉄骨問題に端を発した“鉄骨品質適正化”の動きの一環として、設計が要求する性能を持った新しい建築構造用鋼材が、“建築構造用圧延鋼材”(JIS G3136:SN)として1994年6月に制定された。

建築鋼構造物全般を対象としたSN規格のコンセプトは、要約す

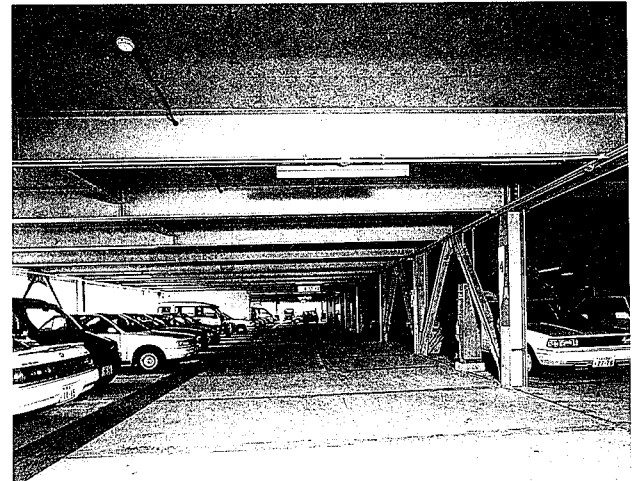
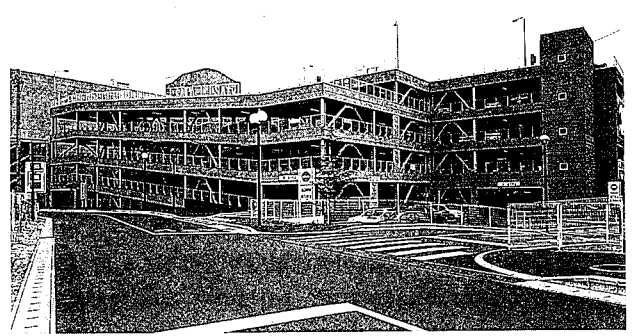


写真4 FR鋼を使用した立体駐車場(サティ上峰店)

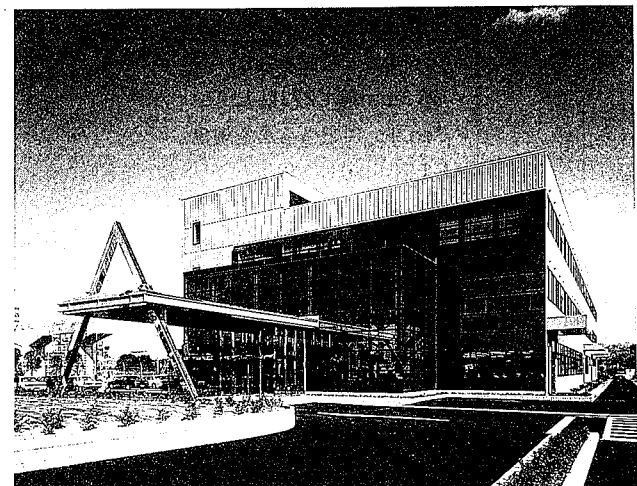


写真5 ステンレス鋼構造材の例(愛知製鋼)

れば以下の6点である。

- ・溶接性の確保
- ・塑性変形能力の確保
- ・板厚方向の応力に対する性能の確保
- ・公称断面寸法の確保
- ・経済性と入手の容易性の確保
- ・国際規格との整合性の確保

1994年9月、建設省告示により、同規格が建築構造用鋼材として位置付けられ、その後、阪神大震災をはさんで、SN規格への一本化への検討がなされたが、“性能規定型”の設計体系の導入の中で再検討されることとなった。

1997年12月に刊行された“建築物の構造規定”においては、鋼材の性能規定(SN規格の鋼材性能にほぼ同じ)を先取りした内容に改訂され、当面は運用でその普及が図られている(表1参照)。

また、SN規格の主旨に沿って、円形鋼管、棒鋼の規格も新たに制定され、“建築構造用炭素鋼管”(JIS G3745: STKN)、“建築構造用棒鋼”(JIS G3138: SNR)として1996年10月に公示され、前記規格とあわせて“建築構造用鋼材”(SN規格シリーズ)が整備されている。

一方、1990年以来、鋼材倶楽部ボックスコラム委員会を中心に、ボックスコラムの実験的研究により技術データが積み重ねられた。その成果に基づき、SN規格との整合性を十分考慮した“建築構造用冷間成形角形鋼管”(鋼材倶楽部規格: BCR, BCP)規格が1995年7月に制定され、建設大臣の一般認定を得た。

BCRでは、冷間加工により生じる降伏点、降伏比の上昇を考慮し、製品での降伏点を実態に即した値(235~295N/mm<sup>2</sup>)に改めたことと、化学成分は溶接性確保の観点からSN規格と同様とし、特に時効硬化(冷間加工後、時間の経過とともに、硬く、脆くなる現象)を緩和するために、鋼中の窒素成分の上限値規定が追加されている。また、寸法、形状に関しては板厚公差下限値の厳格化を行い、角部曲率半径の統一等の加工時の利便性も図った。

引き続き、それに対応した“建築構造用冷間成形角形鋼管設計施工マニュアル”(日本建築センター1996年9月)も刊行され、現在その普及が行われている。

### 3. 建築構造用鋼材の将来

阪神大震災はわが国の鉄骨造建築が本格的な被害を受けた最初の地震であり、設計から施工までの鉄骨生産全般にわたる技術課題を残した。

例えば、被害で初めて顕在化した溶接接合部近傍を起点とした極厚大断面部材の脆性的破断現象は、従来の破壊力学の成果がそのまま適用出来ない技術領域であり、長期的視野に立つて解決すべき大きな技術課題である。また、一般的に多用されている柱梁溶接接合部の破断、広範に見られた溶接部の被害に関し、実態に即応した実務的なその防止対策の確立が短期的課題として挙げられる。

これらの技術課題については、産官学共同の建築構造、鋼材、溶接、破壊等の分野横断の体制により、解決に向けた活動が既に始まっている。その取り組みの過程から、新たな建築構造用鋼材および溶接等の関連資材へのニーズが発掘され、シーズが開発されるように思われる。現在、開発、実用化されつつある従来の溶接構造に代わる柱梁全ボルト接合システム(Hyper Frame System)は、この課題に対する一つの解答として期待される場所である。

### 4. おわりに

“規制緩和”、“国際調和”、“建築物の安全性の一層の確保”等を実現するために、建築基準法の抜本改正が1998年3月の国会に提出され、従来の“仕様規定”から“性能規定”へと変わろうとしている。

“性能規定化”された建築基準法の設計体系のもとでは、設計技術者に対しては、建築構造用鋼材の特性、性能を的確に把握し、適材を適所に使用することにより、合理的かつ経済的な建築鋼構造を実現する能力が要求され、鋼材製造者に対しては、多様な要求性能に応える鋼材の開発、供給が求められると思われる。

表1 SN規格の規定要旨

鋼種	板厚 (mm)	40kgf/mm <sup>2</sup> (400N/mm <sup>2</sup> )級鋼	50kgf/mm <sup>2</sup> (490N/mm <sup>2</sup> )級鋼
A	6~100	ほぼ従来のSS材と同素材であるが、Cの上限(0.24%)を規定	—————
B	6~100	<ul style="list-style-type: none"> <li>・降伏点のレンジ： 厚12mm以上で120N/mm<sup>2</sup>以下。ただし、ウェブ厚9mm以下の形鋼は除外</li> <li>・降伏比： 厚12mm以上で80%以下。ただし、ウェブ厚9mm以下の形鋼は85%以下</li> <li>・シャルピー吸収エネルギー： 厚12mm超で27J以上</li> <li>・Ceq, P<sub>CM</sub>：どちらかを規定</li> <li>・S上限：0.015%以下</li> <li>・その他： オプションとして厚13mm以上では超音波探傷試験(UT検査)の要求が可能</li> </ul>	
C	16~100	B鋼種規定に加え <ul style="list-style-type: none"> <li>・板厚方向(Z方向)絞り値：25%以上</li> <li>・S上限：0.008%以下</li> <li>・その他：超音波探傷試験の実施</li> </ul>	