

# 土木建材技術の動向と今後の展望

## Prospects for the Steel Materials of Civil Engineering

木 邑 正<sup>(1)</sup>  
Tadashi KIMURA

### 1. はじめに

鋼材の土木分野向け需要は、過去20年間において、普通鋼国内総消費量の14~18%(900~1200万t)の範囲で推移している<sup>1)</sup>(図1、図2参照)。土木鋼材の最大向け先は社会基盤整備を中心とする公共事業投資であり、土木需要の80%以上を占めている。

公共投資の過去の経緯を振り返ってみると、1980年代前半は、それまでの高度経済成長政策に歯止めがかかり、公共投資ゼロシリング時代が数年続いた。土木需要量としては900万t/y前後で推移したが、消費部門別では自動車産業の伸びにより18%台から14%台へシェアダウンした。1987年5月円高不況対策として6兆円規模の緊急経済対策を実施し、全国大型プロジェクトの建設が本格化した。本州四国連絡橋、関西国際空港、東京湾横断道路の3大ビッグプロジェクト着工に加えて日本道路公団を中心とする高規格道路網(高速道路)の建設最盛期を迎え急速に消費が回復基調に転じた。

1990年には、国内総消費も8000万tを突破して過去最大の鋼材出荷量となり、土木向け鉄鋼需要も1200万tに及んだ。この頃から日米貿易摩擦が顕在化し、1990年6月に第一次公共投資基本計画(1991-2000年)430兆円の内需拡大策が合意された。しかし、公共投資の規模は年々増加したが、投資事業内容が大幅に変化した(図3参照)。つまり、生活環境関連への投資性向が顕著になり、公共投資額当たりの鋼材使用原単位が大幅に落ちることになった。

1990年には45t/億円だったが4年後の1994年には25t/億円となっている(図4参照)。1992年にはバブル経済が崩壊し、1995年1月には、阪神大震災が発生、多くの犠牲者、被害を出したのは記憶に新しい。その復興関係では1995-1996年にかけて60~70万tの一時的需要増になったが、1996年以降現在に至るまで消費量の右肩下がり傾向は変わらない。公共工事コスト縮減、バブル崩壊、金融破綻、建設不況とデフレ連鎖不況のトンネルから抜け出せない状況である。

1998年度は、政府もやっと重い腰を上げて緊急かつ大型(16兆円規模)の経済対策を打つことになった。景気浮揚策の核は社会基盤整備関連公共事業投資であり、土木鉄鋼建材は重要な位置づけであることに違いはない。

建材開発、商品開発の技術課題は山積している。現在の、この経済低迷期を絶好の技術開発機会と捉えなければならない。21世紀に向けてのキーワードは、ライフサイクルコスト(LCC)、高性能鋼利用技術、耐震設計技術、要求性能設計移行、複合構造、ISO国際規格、ファブリケートミニマム、環境調和型鋼材(エコマテリアル)、リサイクル、ミニマムメンテナンスなどである。これらのキーワードから開発のコンセプトを見直し、“原点に戻れ”ではなく、“原点を探せ”との感覚で建材開発を推進すべきであろう。建材開発を通じて持続可能な発展を可能にする建設技術に貢献して行くことが、我々に課せられた使命である。

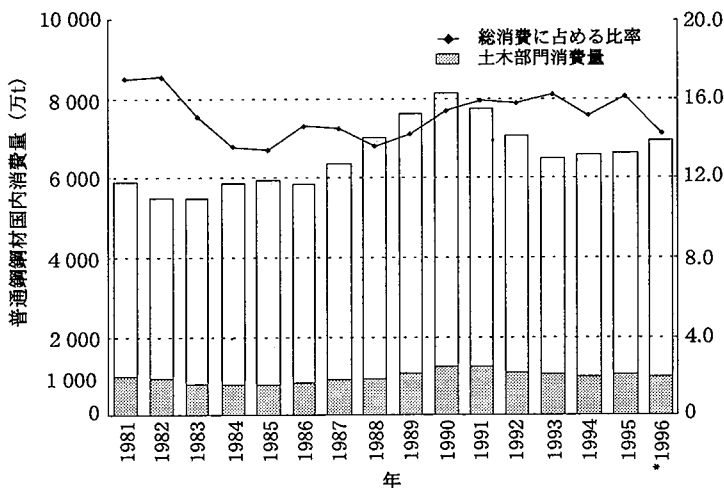


図1 普通鋼材の国内総消費量と土木部門消費量の推移

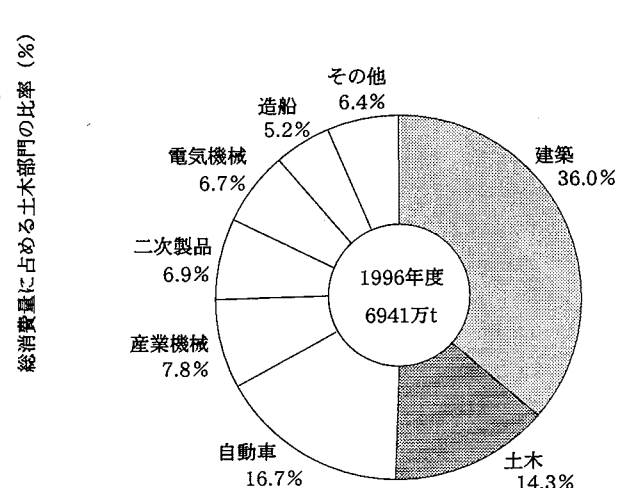
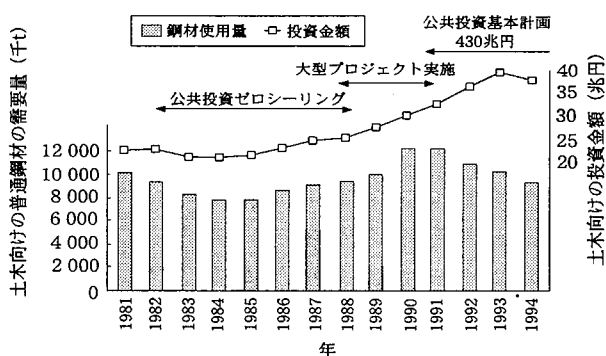


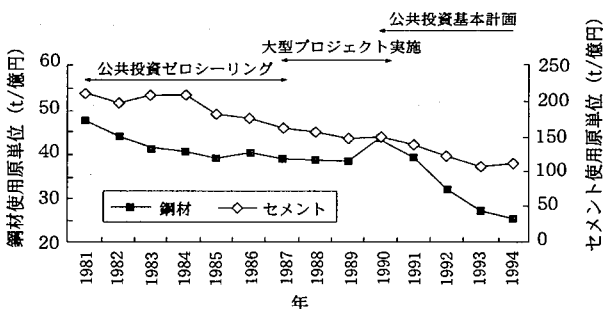
図2 普通鋼材需要部門別消費量内訳

<sup>(1)</sup> 建材開発技術部 専門部長(現 ジオスター株)  
東京都千代田区大手町2-6-3 ☎100-8071 ☎(03)3275-7781



出展 公共投資は経済企画庁、鋼材需要量は日本鉄鋼連盟、1995年版

図3 土木向けの投資金額と鋼材需要量との関係



出展 鋼材の原単位は図3のデータより作成  
セメントの原単位はセメント年鑑の土木向け出荷量から作成

図4 土木向け普通鋼材ならびにセメントの原単位推移

## 2. 土木プロジェクトを取り巻く現況

### 2.1 21世紀へ向けた日本の国土の構築<sup>2)</sup>

1998年3月に策定された第五次全国総合開発計画は、過去のこれまでの“はじめに公共事業ありき”の発想ではなく、我が国固有の風土と文化を重視する考え方に立ち、これまでの国土軸、国土区分の考え方を考えようとする視点も導入されている。この考え方に立ち、新しい国土軸として、“北東国土軸”“日本海国土軸”“太平洋新国土軸”“西日本国土軸”という構想が立てられている。この地域連携軸は、主として道路のネットワークをもとに成立する。1997年12月開通の東京湾アクアラインや1998年4月開通の明石海峡大橋を含め1年後には本州四国連絡橋三架橋が全通する。21世紀には四国土軸の高速道路整備の議論が活発になり、東京湾口道路、伊勢湾口道路、紀淡連絡道路などの長大橋梁のコストミニマムでの建設技術や、山岳橋梁やトンネルの比率が高くなるため、従来技術の高度化が求められる。

又、米国では、20年で20億ドルの巨費を投じて社会資本のリニューアルが計画(CONMAT計画)されているが、日本においても、現在ストックされている道路構造物のメンテナンスとリニューアルが顕在化する時代に入った。

### 2.2 大競争時代に向けた港湾・空港整備

日本やアジアの経済は低迷期にあるが、欧米の経済成長は順調で今後のトレンドとしては世界の貿易量は飛躍的に増大すると予測されている。たとえば2010年になると、日本とアジア諸国とのコンテナ貨物の量は今日の3.9倍にもものぼる。この貿易量の増大に伴い船舶も大型化し、コンテナを6000個も積むことが可能なオーバーバナマックス級が海運の主役になろうとしている。オーバーバナマックス級の船舶が入り出す港には14mから15mの水深が必要

である<sup>3)</sup>。ところが現在わが国でこれに対応できるコンテナターミナルは神戸港に1バースあるのみだが、全国42バースにおいて水深14mを中心とする高規格の港湾整備計画が着実に実行されている。これらの港湾整備対応で、3年前の阪神大震災の教訓をいかしつつ、建設費の10%削減と高耐震性の確保を両立させる高い技術開発目標が掲げられている。

また、1995年9月にオープンした関西国際空港の整備以降、1997年12月に第七次空港整備5か年計画が閣議決定されている。今後21世紀に向けて航空輸送需要の増加に対応するために、2007年の新滑走路の供用開始をめざす関西国際空港の全体構想の実現や2005年の愛知万国博覧会にむけた中部新国際空港の整備に加え、羽田空港沖合い展開3期、成田空港2期、首都圏新国際空港をも睨らみ、世界の空に遅れをとらないハブ空港の実現をめざしている<sup>4)</sup>。

### 2.3 安全、環境に配慮しつつ国際競争力のある都市空間整備

3年前の阪神大震災以降当面の対策を完了した耐震設計については、1996年12月の“道路橋示方書”の改訂に続いて、1999年3月に“港湾の施設の技術上の基準”の改訂が予定されており、現在検討中の鉄道構造物における耐震基準とあわせて土木の主要基準がでる。この中で、建設用土木鋼材についても新しい要求性能がだされておられ、今後鉄鋼メーカーとしてより高性能鋼材を提案していく必要がある。

また、1996年1月の世界貿易機関(WTO)の“政府調達に関する協定”の発効に伴い、一定額以上の建設事業や公共工事についても内外無差別待遇とする事が明記された。建設関係会社はISO9000SやISO14000Sの取得が必須となり、土木建材に関わるJIS規格についても順次ISO規格との整合をはかっていく流れにある<sup>5)</sup>。

さらに、1997年12月に京都で採択された地球温暖化防止会議(COP3)の議定書によれば、わが国は1990年比で6%のCO<sub>2</sub>の削減を求められている。鉄鋼業界ではライフサイクルアセスメント(LCA)の考え方をベースに、鉄鋼製造、鋼材輸送、鋼材利用の各段階での省エネルギーの可能性を評価し、鉄鋼製造プロセスで10%削減し、加えて広幅鋼矢板、高強度鋼、新耐熱性鋼や鉄枕木などの高機能化製品を普及させることにより更に、7%の省エネルギーの達成を行動目標に掲げた<sup>6)</sup>。

## 3. 鉄鋼土木建材への要求と鉄鋼メーカーの取り組み

### 3.1 橋梁分野での“床板一桁一橋脚一基礎”の一貫システム開発

道路分野においては、高規格道路の建設を低コストで促進するため橋梁システム全体としての取り組みが必要である。写真1に示す回転橋梁建設システムなどはその一例であろう。

橋桁(上部工)については、高性能鋼を含めた鋼橋そのものの開発とコンクリートとの複合・合成構造とする技術開発があげられる。

素材の取り組みとして、鋼材倶楽部に“橋梁研究会”を組織した。この目的は、鋼橋に汎用的に用いられている鋼種に比較して、強度、じん性、溶接・曲げ加工性、耐腐食性においてより優れた性能を有する鋼種の利用開発に弾みをつけることである。この中でJISにない高性能鋼を鋼材倶楽部として規格化し、鋼材の利用者が、鋼材の高性能を生かした合理的な鋼橋の採用を可能とする仕組み作りを行っている(表1参照)<sup>7)</sup>。

また、1997年10月に土木学会より“複合構造物設計・施工指針(案)”が刊行されている。複合・合成構造に関する新日本製鐵の取り組みとして、鋼桁とPC桁との接合において、高橋脚の急速施工

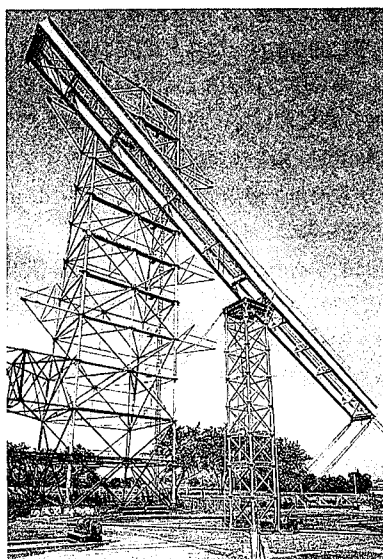


写真1 ジャッキアップ回転架設工法

表1 橋梁向け高性能鋼の概要

項目	名称
強度	高強度鋼, 降伏点一定鋼(板厚40mm超), 狭降伏点レンジ鋼, 低降伏比鋼, 極軟鋼, 極厚鋼板
じん性, 溶接性	高じん性鋼, 予熱低減鋼, 大入熱溶接対策鋼, 耐ラメラテア鋼
耐腐食性, その他	耐候性鋼, 亜鉛めっき鋼, ステンレス鋼, クラッド鋼, L P 鋼板(テーパープレート), 制振鋼板, 橋梁用高強度ワイヤ

法として実用化した孔空き鋼板による鋼とコンクリートとの定着方式も今後適用範囲がひろがっていく。

基礎構造についても、従来の鋼管杭単独の工法の改良、改善に加えて、地盤に造成したセメントミルクと突起付き鋼管とを合成させた鋼管ソイルセメント合成杭(ガンテツパイル)なども、場所打ちコンクリート杭の排土問題に悩む都市型土木事業の発展に大きく貢献していく(写真2参照)。

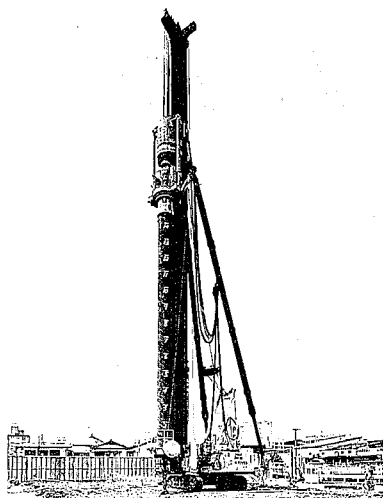


写真2 ガンテツパイル

### 3.2 港湾・空港分野での時代に即した提案

港湾分野においては、第二の“大航海時代”を目前にして、低コストの大水深岸壁の整備が急務である。従来、鋼管矢板と鋼管杭により構成された根入れ式ラーメン構造(水中ストラット工法)を発展させて、通常の直杭式栈橋に法線方向、法線直角方向にストラット部材を配置した工法を実現させた。本工法は、大水深、軟弱地盤、支持層が深い場合において大きな効果を発揮する(写真3参照)。

大規模な国際ハブ空港の建設において、メガフロート(超大型浮体式海洋構造物)の研究が盛んで、1998年度から1000m級の浮体空港に固定翼の飛行機を離発着させる実証実験が開始される。メガフロートを超長期耐用のための総合技術として適用するには、従来港湾鋼構造物の建設で養ってきた防食技術の高度化が必要であろう。現在、スプラッシュゾーンへのチタン適用の実用化の目処を得たところである(写真4参照)<sup>8)</sup>。

### 3.3 都市地下空間整備での面的・線的開発

都市内でのトンネル市場は地下河川、地下道路や地下鉄路線の整備事業分野で年々大型化している。都市地下空間整備には、最近では上部スペースの関係と対象工事の深度が深い等より、シールドトンネル工法が中心となっている。この中で地下駅土留め壁やシールド発進堅坑などの面的空間を支える大断面の土留め構造物と、トンネル本体の覆工構造物へ対応した建材開発に取り組んでいる。

面的取り組みとしては、発売以来10年を経過したNS-BOXについて、メーカーとしての2方向版設計の開発や製造面でのコスト切り下げ努力が実り、1997年度で1万t超の受注を確定するなど、今後に期待できる商品に育ってきた。

また、線的取り組みとしては二次覆工を省略できるセグメントの

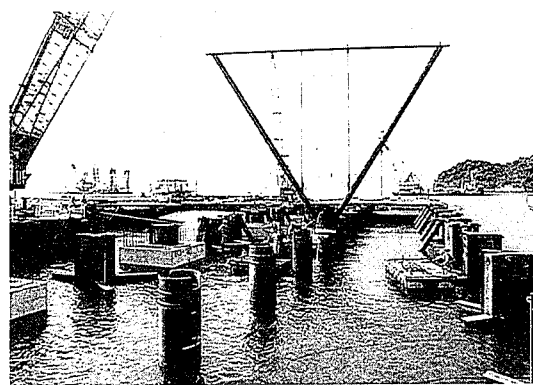


写真3 水中ストラット工法

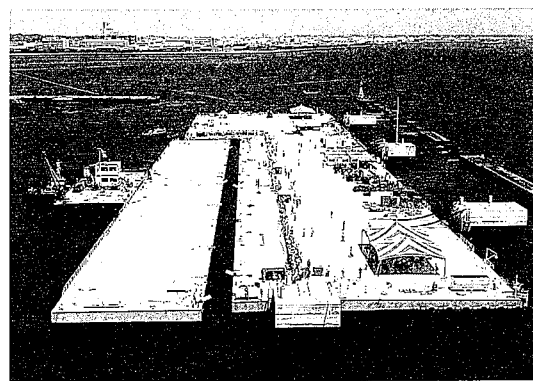


写真4 大規模浮体工法実証実験<sup>8)</sup>

開発により、約8%の建設費縮減をはかっている。新日本製鐵は、地下河川などの大断面にはNMセグメント(かん合方式合成セグメント)を、また共同溝や下水道分野にはCPセグメントを投入し、棲みわけメニューで対応、さらにRCセグメントには高剛性継ぎ手など鋼建材の多彩なメニュー化を推進している。これら両セグメントとも鋼とコンクリートとの合成構造であるが、NMセグメントは現地での組立作業とセグメントの製作作業の合理化をはかるために特殊なNM形鋼を開発した。基本構造はH形鋼と厚板からなる鋼殻にコンクリートを充填し、ボルトレスで鋼枠かん合方式である。またCPセグメントは従来のスチールセグメントを加工度ミニマムの4本主桁化したもので、この鋼殻内にコンクリートを中詰めしている(写真5参照)。

さらに、情報通信網の基盤整備に対応した電線共同溝には、鋼材倶楽部における共同開発によりCC-BOX(電線鋼製パイプ)の実用化をはかったところである(写真6参照)。



写真5 CPセグメント

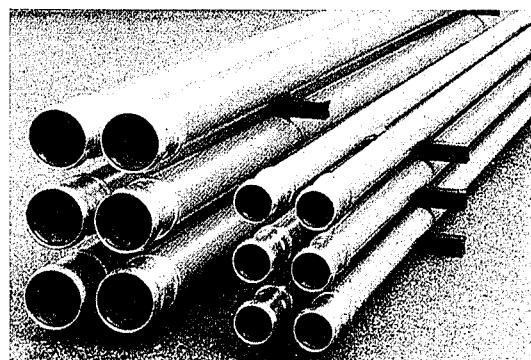


写真6 CC-BOX用ケーブル保護鋼管

### 3.4 コスト縮減、安全への取り組み

公共土木工事に関しては、コスト縮減に資する素材、工法の開発が急務であり、あらゆる分野の土木建材において取り組んでいる。

河川・港湾分野において、従来型(400mm)に比べ有効幅が600mmの広幅型鋼矢板を需要規模の多い三タイプⅡ<sub>w</sub>、Ⅲ<sub>w</sub>、Ⅳ<sub>w</sub>を、1997年から河川・海洋・港湾分野を中心に市場投入し現在4万t超の実績を積みつつある。

また、安全に対する取り組みとして、耐震設計に関して関係各機関の考え方(表2参照)が順次整理され、鋼材に対する要求性能が高度化しており、鋼材倶楽部、鋼管杭協会、鋼構造協会を通じて建設省土木研究所や運輸省港湾技術研究所と共同研究体制を構築し活動中である。

## 4. まとめ

社会基盤整備に関わる公共土木工事と鉄鋼土木建材の取り組みを概観してきたが、今後議論を掘り下げて行くべきものとして環境対応、国際化、性能設計があろう。

環境に関して、現在建設省で環境負荷低減型材料(エコマテリアル)として、製造段階でのCO<sub>2</sub>の排出低減、建設段階での省エネルギー、建設後の構造物の長寿命化、リサイクル性が議論されている。高強度で耐久性が優れている鋼材の出現が一層もとめられるゆえである。今後、高炉5社で推進している土木鋼構造大学研究助成事業を基盤に、鋼材倶楽部、鋼構造協会や鋼管杭協会を中心に有機的組織体制を再構築していく予定である。

鉄鋼土木建材はもともと内需中心の市場であるが、昨今は、国際化の波が急ピッチで押し寄せてきている。今後、高品質、高機能をできるだけ顕在化させていく必要がある。

また、性能設計とは、単に基準類の記述表現が変わるだけでなく設計の手順、技術者の責任分担など基準類を運用する仕組みも変化するから、鉄鋼メーカーとしても先述した国際化対応を先取りする形で取り組んでいかなければならない。

### 参考文献

- 1) 鋼材倶楽部、土木専門委員会：土木用鋼材の需要拡大に向けて、1996.4
- 2) 国土庁：新・全国総合開発計画—21世紀の国土のランドデザイン、1998.3
- 3) 運輸省港湾局計画課：国際海上コンテナの発達、港湾、74、(1997)
- 4) 山本雄二郎：わが国におけるハブ空港整備への期待、港湾、75、(1998)
- 5) 土木学会：ISO調査検討委員会報告書、1997.3
- 6) 土木学会、地球環境委員会ジョイントシンポジウム：温暖化防止に向けた技術の可能性、1997.11
- 7) 鋼材倶楽部、橋梁研究会：高性能鋼の概要(橋梁向け)
- 8) メガフロート技術研究組合：超大型浮体式海洋構造物(メガフロート)研究成果報告書、1998.3

表2 阪神大震災における土木分野での鋼材への要求

分野	考え方	鋼材への要求
道路： “道路橋示方書”	・鋼製橋脚、基礎等について地震時保有水平耐力法による検討	・じん性、溶接性、加工性等に優れた高性能の鋼材の活用 ・鋼材の塑性性能の向上
鉄道：“新しい耐震基準のあり方に関する基本的な考え方”	・レベル2での地震動を考慮 ・構造物の重要度は、その損傷が人命に与える影響度合いや復旧の難易度等を考慮して決定	・ラーメン高架橋脚の鋼板による耐震補強工法のメニューの充実(ボルト接合タイプ、かみ合わせ継手タイプ、矢板式継手タイプ)
港湾：“港湾施設の耐震設計基準の見直し”	・耐震強化岸壁では変形等の照査により機能保持の検討の追加	・鋼材(鋼管杭、鋼矢板)の塑性性能の向上