

- 6 革新的構造材料を利用した新たな構工法の開発に関する フィービリティ・スタディ

Feasibility Study on Research and Development of New Building Systems Using Innovative Structural Materials

(研究期間 平成 16 年度)

建築生産研究グループ
Dept. of Production Engineering

藤本秀一
Hidekazu Fujimoto

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

長谷川隆
Takashi Hasegawa

Synopsis- The main purpose of this study is to grasp problems for developing new building systems using innovative structural materials. Firstly, the needs of new building systems using innovative structural materials such as super high-tension steel were investigated. Secondly, the characteristics of innovative structural materials as a structural material for buildings were grasped. Finally, problems were grasped from the viewpoints of planning, structural engineering, building code and social system.

〔研究目的及び経過〕

ナノテクノロジー・材料分野における基礎的研究開発の一環として、高強度鋼や高性能鋼といった革新的構造材料に関する技術シーズが創出されつつある。これらの材料をユーザーとなる建築分野において有効に利用することは、国際競争力も含めた産業競争力の強化にもつながり、「経済財政運営と構造改革に関する基本方針 2002」の具体化としても位置付けられている。

本課題（FS）は、これらの革新的構造材料、特に進化する鋼材を建築物に適用することにより、新たな構工法の開発の実現可能性に関して調査検討を行うものであり、従来の構造材料では実現できなかった多様化するユーザー・ニーズに対応できる新たな機能を建築物に付与することが期待される。

〔研究内容〕

現在創出されつつある革新的構造材料に関して、建築分野への利用という観点から技術シーズ及び技術ニーズを調査検討し、新たな構工法の開発、設計法等へと展開していくことの可能性と課題について検討を行った。

(1) 革新的構造材料を用いた新たな構造システムのニーズと可能性に関する調査検討

高強度鋼（800～1000N/mm² 級鋼）等の革新的構造材料に関する建築側ニーズの視点に立ち、以下の項目に関する調査検討を実施した。

1) 新たな構造システムのニーズ調査：現在、少子高齢化、環境問題の進展等、社会経済の枠組みが大きく変革している。こうしたなか、これから目指すべき社会像を生活・都市・産業の3つの視点から整理した上で、そこに求められる都市・建築の形成システムを検討し、これを実現するための革新的構造材料

を用いた新たな構造システムのニーズについて調査、検討する。

2) 新構造システムの可能性と課題の検討：革新的構造材料を用いた新構造システム建築物の適用イメージとその効果を検討し、実現のためのハード・ソフト課題の検討を行う。

(2) 革新的構造用鋼材の材料特性と適用方法に関する調査検討

革新的構造用鋼材として開発予定となっている高強度の鋼材（ここでは 1000N/mm² 級鋼を対象とする）に関して、新しい構造システムに相応しく、かつ、合理的な建築構造用の 1000N/mm² 級鋼を開発することを目標として、下記の項目に関する調査検討を実施した。

- 1) 既往の 1000N/mm² 級鋼の調査：国内の高炉メーカーが現在製造している 1000N/mm² 級鋼を対象として、製造方法、化学成分、機械的性質を調査する。
- 2) 試験溶融による試作鋼の検討：建築構造材としての適用を目的とした高強度鋼（1000N/mm² 級鋼）は、経済合理性にも優れたものであることが要求される。一方、新しい構造システムでは、柱梁部材を弾性設計にすることが指向されており、従来の建築構造用鋼材と異なり、降伏比が緩和されると考えられる。そこで、2種類の鋼材の試験溶融を行うこととし、現状鋼としては、鋼材性能を重視した成分設計（従来鋼ベース）での鋼材を製造し、試作鋼としては、鋼材強度（YS）のみを考慮した経済性重視の成分設計による鋼材を製造する。これら2種類の鋼材の機械的性質、溶接性等の調査を行う。
- 3) 高強度の鋼材の要求性能と建築物への適用方法に関する検討：開発予定となる高強度の鋼材を用いて、

新しい接合形式や新しい構造システムを開発するために、この鋼材に要求される性能と適用方法に関する検討を行う。

【研究結果】

上記の検討項目に関して、調査検討した結果を以下に示す。

(1)革新的構造材料を用いた新たな構造システムの可能性に関する調査検討

1) 新たな構造システムのニーズ調査：これからの社会に求められる都市・建築の形成システムの特徴は「安全・安心な耐久・耐用性」「用途機能変化への幅広い受容性」「建築による都市基盤形成」「資源の循環」といえる。高強度鋼等の革新的構造材料は、その特性を活かし、大地震に対しても弾性域内で耐える無損傷の構造体、フレキシビリティの高い大スパン架構、無溶接で脱着可能な接合による構造部材のリユース等の資源循環を実現することが期待される。すなわち革新的構造材料を用いた新たな構造システムのニーズは「大地震時にも無損傷な都市インフラとしての架構」「組立・増殖・解体が可能な循環型構造システム」等の実現にあると考えられる。

2) 新構造システムの可能性と課題の検討：革新的構造材料を用いた新構造システムの建築物への適用は、マルチパーパスで、段階的整備を進め、都市インフラや広場等の空地を取り込んだ社会資産的な性格を有するものが期待される。その特性を活かした都市への適用に関しては、中心市街地の再編や木密地域の改良、臨海部等の新産業拠点開発、団地再生等が想定され、適用シミュレーションを通じて、整備イメージと事業効果の検討を行い、その可能性を確認した。大地震時無損傷構造のための材料・設計基準、非構造部材の取り付け、建築物としての変形、既存建物と新構造部分の合体による平面異種構造の解析手法等は今後の課題となる。また、段階的整備及び長期的運用のための建築手続きや都市計画的な位置づけ、事業・運営主体、権利設定、金融等の市場形成支援策等のソフトも今後の重要な課題である。

(2)革新的構造用鋼材の材料特性と適用方法に関する調査検討

1) 既往の 1000N/mm² 級鋼の調査：現行の 1000N/mm² 級鋼高張力鋼の規格は、日本溶接協会規格及び高炉 4 社の自社規格として制定されている。その熱処理方法は、高強度を確保するため、焼き入れ、焼き戻し法（QT）によって製造されている。各社の 1000N/mm² 級鋼の規格設定は、降伏耐力は 885 N/mm²

以上（t 50mm）であり、50mm～100mm 厚では 2 社が 885 N/mm²以上、1 社が 865 N/mm²以上となっている。TS については、各社ともに 950～1130N/mm² となっている。また、各社とも降伏比の規定はされていない。シャルピー衝撃試験は、-20 ～ -60 で HT800N 級鋼より厳しく、脆性破壊特性が重視されている。

2) 試験溶融による試作鋼の検討：本調査で製造した試作鋼（SD 鋼）は Cu、Ni、Mo、V 等の元素を削減し、主に、C、Mn、B の安価な元素で焼き入れ性を確保した。一方、現状鋼（SC 鋼）は、現状の高張力鋼をベースに成分設計を行い、脆性破壊特性と溶接施工性を考慮した成分としている。これらの 2 つの鋼材について、機械的性質や溶接性等の比較を行った。常温引張試験の結果、SC 鋼は 1000N/mm² の引張強度を満足したが、今回試作した SD 鋼の引張強度は約 800 N/mm²にとどまる結果となった。試作した SD 鋼の応力-歪み関係を図 1 に示す。この他、高温引張試験、衝撃試験、マイクロ組織試験を行って、両者の特性の比較を行った。

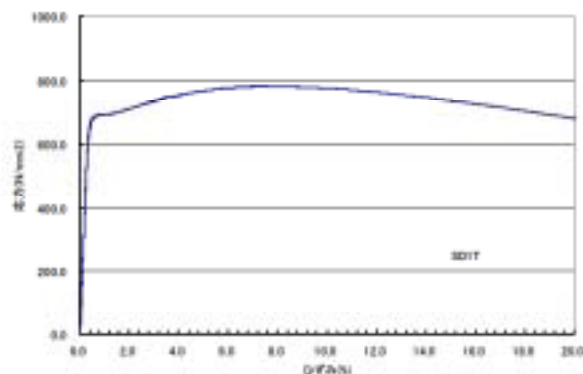


図 1 試作鋼（SD 鋼）の応力-歪み関係

3) 高強度の鋼材の要求性能と建築物への適用方法に関する検討：フレームとエネルギー吸収ダンパーで構成されるような新しい構造システムにおいては、開発予定となる高強度鋼が最も有効となる部位は、大地震時にも弾性状態を維持したいと考えられるフレームの柱材や梁材である。また、開発予定となる高強度鋼の部材製造可能性については、H 形鋼や山形鋼といった形鋼の熱間圧延材は難易度が高いが、ビルトアップ H 鋼やプレス成形による製造は可能である。円形及び角形鋼管については、プレス成型及び溶接組み立てにより製造が可能であるが、シーム部の溶接方法は今後の課題となる。