

世界一の高さを誇る観光タワー 東京スカイツリー®に 新開発鋼「高降伏強度鋼材」が大量採用

新たなランドマークにふさわしい、一步先を行く新鋼材

昨年7月から建設が始まった「東京スカイツリー®」（東京都墨田区、事業主：東武タワースカイツリー㈱、設計・監理：㈱日建設計、施工：㈱大林組）。地上約610メートルに及ぶ超高層タワーを核とした多機能複合型の建設プロジェクトは、今年4月に地上からタワー鉄骨部分が顔を出し、現在、約100メートルの高さまで組み上げられています。2011年12月の竣工（2012年春開業予定）を目指すこのタワーの構造材料には、新日鉄が開発した建築構造用高降伏強度鋼材「BT-HT400C、500C」が円形鋼管の柱とブレースに大量採用され、鋼構造建築物の新たな可能性を切り拓いています（図1）。

新しい時代の耐震設計に求められる鋼材特性

日本では阪神・淡路大震災を機に、地震の揺れによって建築物が倒壊しないだけでなく、被災後も建築物を継続使用できる資産価値向上へのニーズが高まっています。そこで注目されている建築構造が、従来の耐震設計技術に変わる新しいコンセプトとして変形しにくい高強度鋼の柱部材と揺れのエネルギーを吸収する制振ダンパーを組み合わせ、建物全体として揺れを吸収しながら柱を無損傷化する「制振構造」です（図2）。つまり従来の設計法では阪神・淡路大震災クラスの地震時にはビルの倒壊は免れるものの継続使用できなかったものが、今回の新しい設計コンセプトでは地震後もそのままビルが再使用できるようになるという画期的な構造です。その設計理念に基づく高層建築物の鉄骨柱に使用される鋼材には、エネルギーを吸収する「塑性変形性能」よりも建物を堅固に守る「高強度（変形が進行し始めるまでの強さ）と高靱性（破断しにくい粘り強さ）」が求められます。また施工面では、一般的に鋼材を高強度化すると加工性や溶接性が低下しコスト増につながるため、「高強度化しても加工や溶接が従来どおり行える」ことが不可欠です。

トレードオフの材料特性を両立する鋼材開発への挑戦

新日鉄では、こうした鉄骨柱用鋼材の高度な要求特性に応える高強度かつ高靱性・高溶接性の鋼材開発を進めてきました。開発のポイントは、高強度化に伴う靱性・溶接性低下の抑制です。コスト増につながる合金使用量を抑えるとともに圧延後の熱処理工程を省略し、圧延工程で独自開発した熱加工制御プロセスCLC- μ （シーエルシーミュー）*によって鉄の結晶粒をさらに微細化し、降伏強度（設計強度）を一般的な建築用鋼材に比べて23～54%向上させながら、優れた靱性と溶接性も確保した画期的な鋼材を開発しました（図3）。既に降伏強度400N/mm²級の「BT-HT（ビルテンハイテン）400C」を複数の高層建築で採用を実現するなど着実に実績を重ねてきましたが、今回、東京スカイツリーで「BT-HT400C」鋼とともに、更に降伏強度を500N/mm²級に高めた「BT-HT500C」鋼が採用されました。

新鋼材の採用が生み出す多彩なメリット

新鋼材がもたらす第一のメリットは、高い設計強度を活かした「柱部材の薄手化」です。特に従来、自重を支えるため極厚・大断面にならざるを得なかった高層建築下層部材の薄手化は、部材軽量化による輸送・鉄骨加工の大幅なコストダウンを実現し、施工時には、板厚減少による溶接時間の短縮、溶接作業の省力化などの効果を発揮します。

また最近、フレキシブルな開放感ある空間を志向して大スパン化する高層建築物が増える中で、柱の本数低減や、円形鋼管の適用による設計自由度・意匠性の向上など、多彩な付加価値を生み出すことができ、さらに、鋼材使用量の削減や輸送時のCO₂排出削減、溶接の効率化による省エネルギーなど、環境保全の観点からもさまざまなメリットをもたらします。

大都市圏で活発化する大型再開発プロジェクトでは、耐震安全性を前提に、柱の小断面化や梁の大スパン化の流れが加速すると予測されます。新日鉄では今後も、建築部材の高度化するニーズに的確に応えていきます（図4）。

（お問い合わせ先）総務部広報センター 鈴木 TEL 03-6867-2135

*)CLC- μ :次世代型制御冷却プロセス。従来技術をさらに発展させ冷却ノズル型式や水量制御方法などの変更により、高冷却速度から低冷却速度まで極めて広い範囲で安定した制御が可能。あらゆる温度域において冷却均一性を飛躍的に向上させる技術。

【併載図】



図1/東京スカイツリー完成予想図（パース）
【東武鉄道（株）東武タワースカイツリー（株）提供】

● 制振ダンパー

柱や梁に先行して降伏することで地震エネルギーを吸収する。
鋼材には、降伏点が低く、そのバラツキが小さいこと、高い伸び性能を有することが必要とされる。

● 梁部材

制振ダンパーで処理しきれない地震エネルギーを、塑性化により吸収する。
柱の損傷を防ぐために、柱に先行して降伏する。そのため、降伏比が低く、降伏点のバラツキが小さい鋼材が用いられる。

● 柱部材

大地震時での大きな揺れにおいても建物自重を支えつつ、建物の倒壊や崩壊を防ぐ。
制振ダンパーに続いて梁がエネルギー吸収するという2重のフェールセーフが働く中で、柱は、ほぼ弾性範囲に留まる。
下層に向かうほど建物自重と地震荷重が増大するため、高設計強度の鋼材が必要となる。

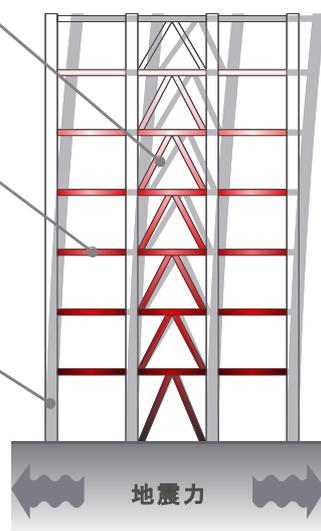


図2/建築構造用鋼材に求められる特性

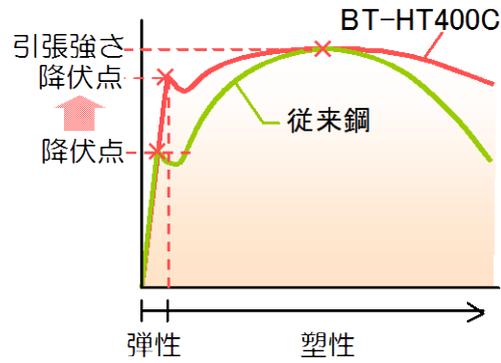


図 3/高降伏点鋼の基本概念

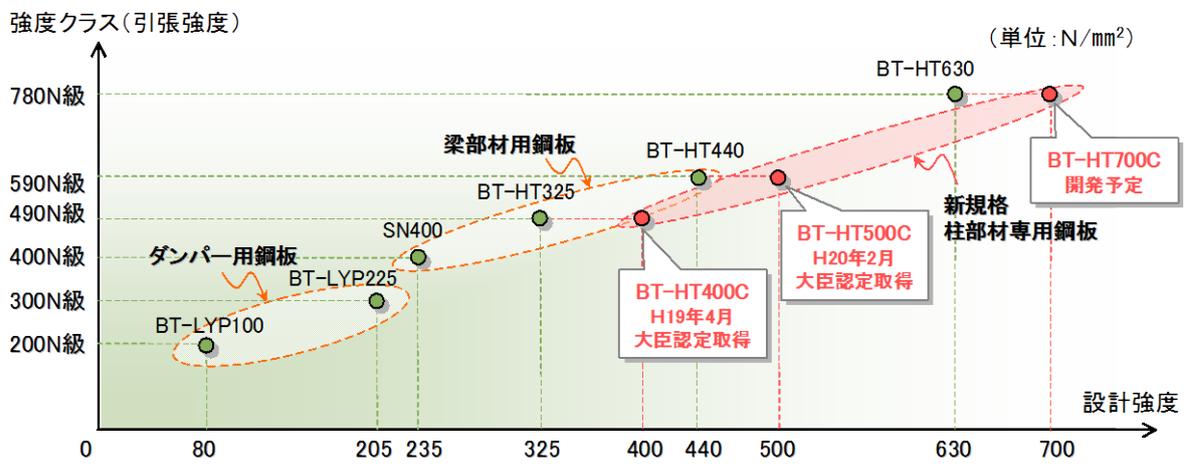


図 4/建築構造用鋼材の新規格体系



図 5/BT-HT500C (板厚 100mm) を用いた円形鋼管