



鉄骨造建物の 耐震・耐津波安全性と 鋼材について



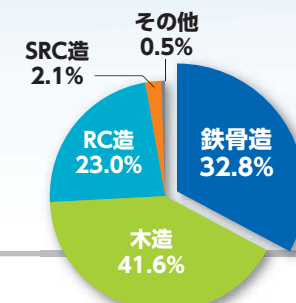
一般社団法人 日本鉄鋼連盟
The Japan Iron and Steel Federation

鉄骨造建物の変遷

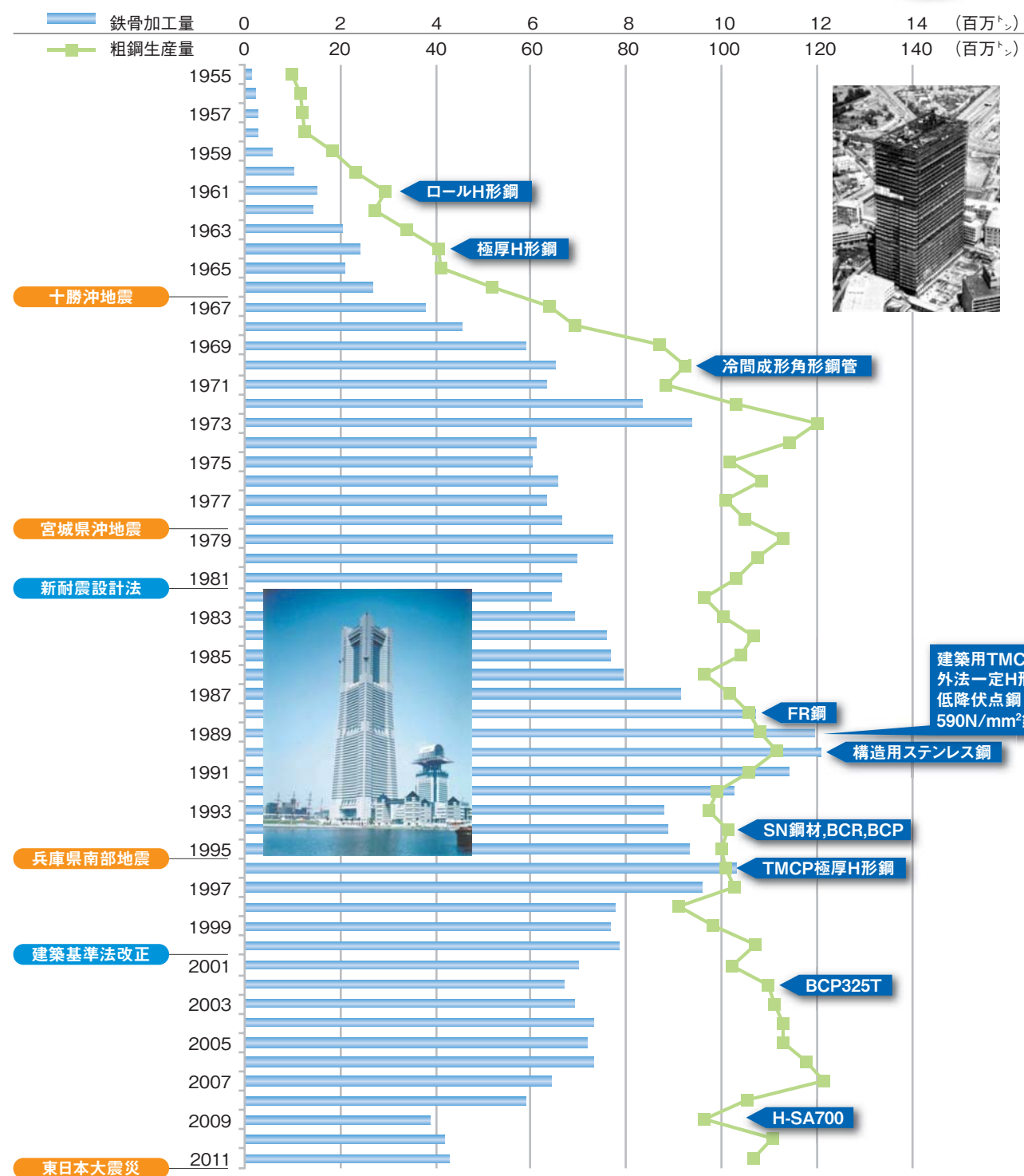
わが国の鉄骨造の着工床面積は、全床面積の約30～40%を占め、諸外国に比べ極めて大きな割合となっています。また、鉄骨造の建物の高さ別着工面積は5階建て以下の低層建物が全体の90%を超えており、このような実態に応じて、鉄骨品質と耐震性の確保につながる鋼材を提供する事は、安全・安心な街づくりに必要不可欠なことです。

以下はわが国の鉄骨生産の年度別推移と、開発された様々な鋼材を示しています。耐震設計法のニーズを反映した「SN鋼材,BCR,BCP」、高性能鋼材の「TMCP鋼」「590N/mm²鋼」、多様な設計手法に応じた「外法一定H形鋼」「低降伏点鋼」「耐火鋼」などが開発されてきました。

着工床面積の割合(2011年度)



鉄骨生産の年度別推移と新製品



鉄骨造建物の特徴



建物の構造比較

主な構造種別	鉄骨造 (S造)	コンクリート充填鋼管造 (CFT造)	鉄筋コンクリート造 (RC造)	木造 (W造)
特徴	●スパンが大きく空間の自由度が高い。将来の設計変更にも対応しやすい。 ●工期が短い ●耐火、防錆の対策が必要	●鋼管とコンクリートの相互拘束効果で耐力・変形能力が増大	●剛性が強く揺れが少ない ●火災に強い ●重量が重く工期が長い ●引張に弱く、ひび割れなどに注意を要する	●軽く加工が容易 ●耐火の対策が必要 ●空間の大きさが限られる
概要				

兵庫県南部地震における鉄骨造建物の被害

兵庫県南部地震では、鉄骨造にも少なからず被害が発生いたしました。1981年に制定された『新耐震設計法』の妥当性はおおむね検証されたといえますが、溶接不良による接合部の破断などが散見され、2000年の建築基準法の改正では地震被害の教訓を反映して、継手または仕口部の構造方法を定めるなど、新たな規定が追加されています。



写真1: 溶接不良により、コラム端部の溶接部で破断しています。



写真2: 梁端部が十分変形する前に溶接部で破断を生じています。



写真3: プレースの接合部が早期に破断しています。



写真4: 鉄骨柱脚部のアンカーボルトが破断して柱がずれています。

写真2～4提供: 日本建築学会近畿支部鉄骨構造部会「1995年兵庫県南部地震 鉄骨造建物被害調査報告書」

東北地方太平洋沖地震における鉄骨造建物の被害

東北地方太平洋沖地震では、地震と津波による被害が発生しています。地震では、ブレース材の座屈・破断、RC造との接続部の損傷などが生じたものの、柱梁などの主要構造部材に大きな被害は観察されていません。一方で体育館や劇場の天井、外装材などの非構造部材の損傷が観察されており、こうした被害に対して、天井材落下防止の技術基準策定が進められています。また、地震の影響は700km以上はなれた大阪府咲洲庁舎にも及んでおり、長周期地震動に対する対策の検討が進められています。津波では、他構造と同様に移動・流出、転倒などの被害形態が報告されていますが、津波来襲時に外装材が破壊、流出したことで、構造体としての鉄骨骨組が残った例が多く観察されています。こうした被害の教訓は、まず津波避難ビルなどの暫定指針に反映されており、更に検討が進められています。

地震の被害状況



写真5: 天井材が落下している状況です。



写真7: 1F外装材の流出、ブレースの破断が観られますが建物は残存しています。

津波の被害状況



写真6: 外装材は流出したものの骨組は残存しています。



写真8: 漂流物の衝突により間柱が変形していますが、骨組は残存しています。

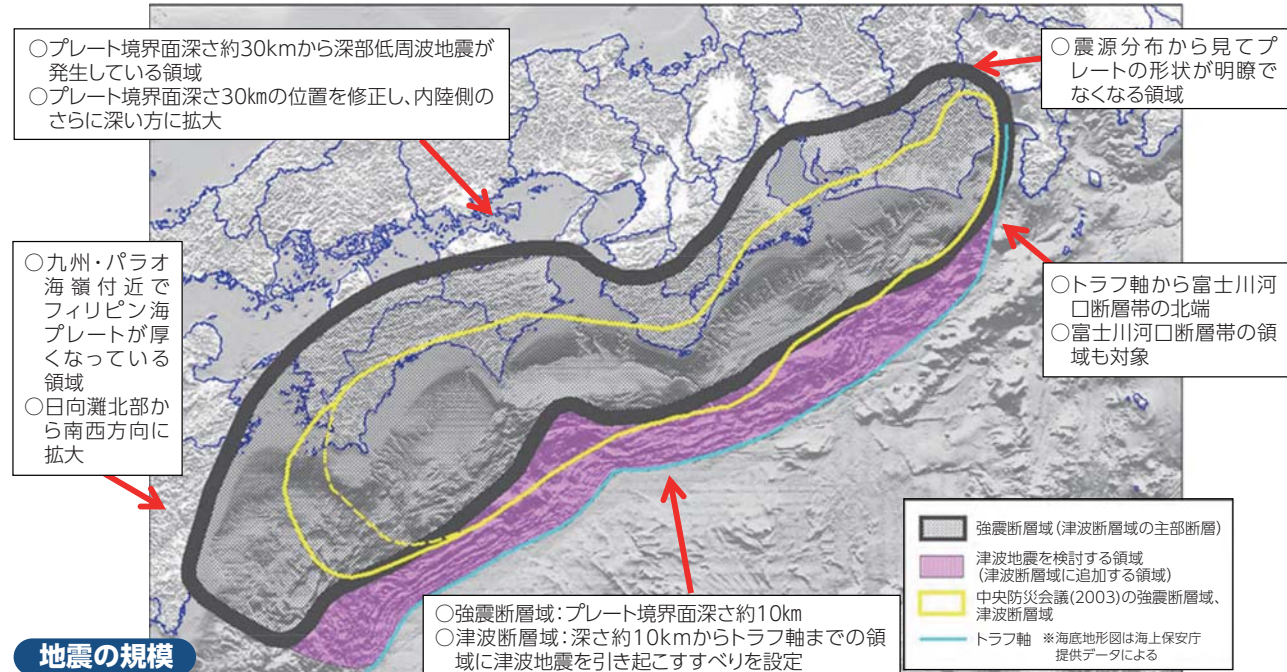
出所 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震被害調査研究
平成23年5月 国土交通省国土技術政策総合研究所 独立行政法人建築研究所

今後想定される巨大地震

日本各地で大きな揺れが予測されています。国の中央防災会議では、東北地方太平洋沖地震の教訓から、命を守ることを最優先とし、南海トラフの巨大地震や首都直下地震など、各地で想定される最大クラスの地震や津波を推計し、それによる被害や防災対策の見直しが進められています。

南海トラフの巨大地震の報告では、被害想定に対し、今後、防災対策を推進することによる被害軽減効果として、現状の耐震化率(約8割)を9割まで上げることによって、揺れによる全壊棟数が約4割減少すると推計されており、津波に対し、早期避難率が高く、津波避難ビルが効果的に活用された場合は、死者数は最大で約9割減少すると推計されています。

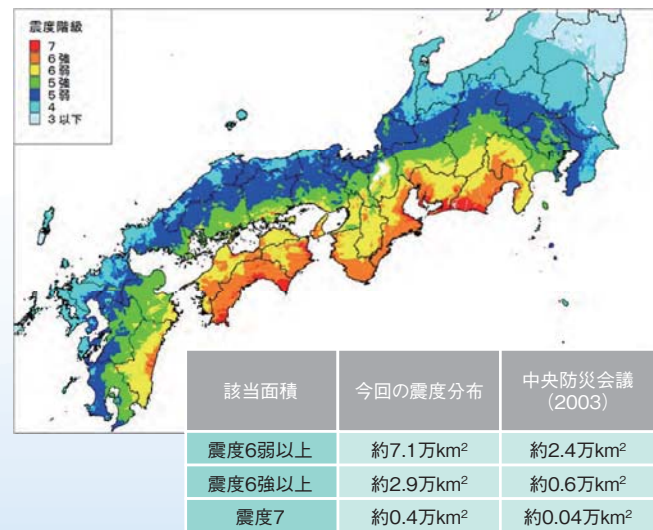
南海トラフの巨大地震の新たな想定震源断層域



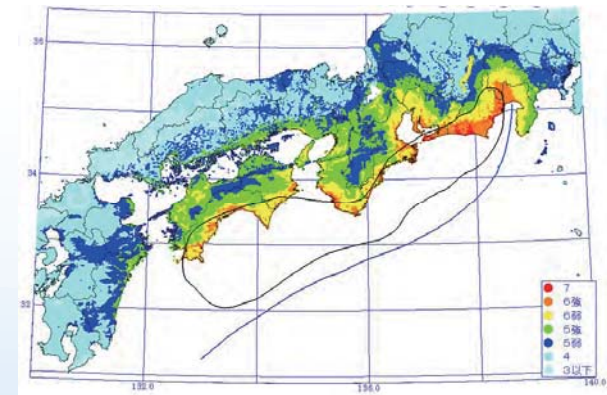
地震の規模

	南海トラフの巨大地震		参 考			
	(津波断層モデル)	(強震断層モデル)	2011年 東北地方太平洋沖地震	2004年 スマトラ島沖地震	2010年 チリ中部地震	中央防災会議(2003) 強震断層域
面 積	約14万km ²	約11万km ²	約10万km ² (約500km×約200km)	約18万km ² (約1200km×約150km)	約6万km ² (約400km×約140km)	約6.1万km ²
モーメント マグニチュードMw	9.1	9.0	9.0 (気象庁)	9.1 (Ammon et al., 2005) [9.0 (理科年表)]	8.7 (Pulido et al., in press) [8.8 (理科年表)]	8.7

南海トラフの巨大地震による震度の最大値の分布図



【参考】
中央防災会議(2003)の東海・東南海・南海地震の震度分布図



出所 内閣府 南海トラフの巨大地震モデル検討会 平成24年3月31日

鉄骨造建物の耐震・耐津波設計法

建築基準法における耐震設計

【新耐震設計法(1981)】

1.二段階の地震に対して、以下の目標を設定した設計法となっています。

- ①中程度の地震(震度5弱程度)に対しては、被害を生じさせず、構造部材は弾性範囲にとどめる。
- ②大地震(震度6強程度)に対しては、ある程度の損傷は許容するが、建物の倒壊を防ぎ、人命を保護する。
⇒大地震時には構造部材の損傷(塑性化)を許容し、その粘り(変形能力)により、大地震のエネルギーを吸収して、建物の倒壊を防ぐという考え方に基づいています。

2.鉄骨造に関しては、鋼材が持つ優れた伸び性能を活かし、骨組が本来保有している塑性変形能力を発揮できるように、座屈や接合部破壊を防ぐための仕様規定や詳細設計法を規定しています。

【建築基準法改正(2000年)】

新耐震設計法の基本的な考え方を踏襲しつつ、兵庫県南部地震の被害を受けて、以下の規定が追加されています。

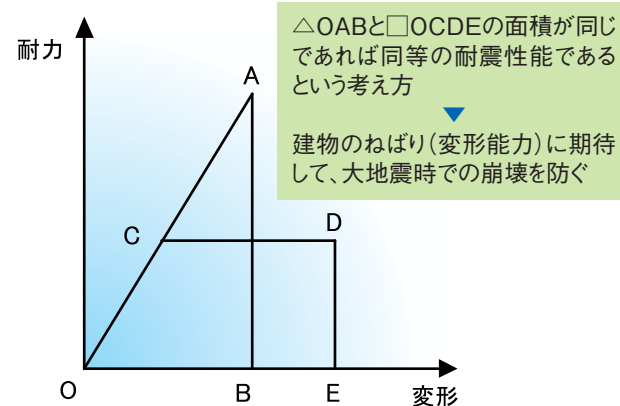
- ①建築材質の品質(法37条、告示1446号):大臣認定材に耐震性や溶接性の性能項目を規定
- ②鉄骨造の継手または仕口の構造方法を定める件(告示1464号):破断防止の観点から溶接部の構造方法の詳細を規定
- ③鉄骨造の柱の脚部を基礎に緊結する構造方法の基準を定める件(告示1456号):柱脚部の構造詳細を規定

耐震・免震・制振構造

上述の耐震構造のほかに、最近では免震構造や制振構造と呼ばれる新しい構造形式が普及しています。このような構造では、大地震時でも柱や梁などの構造体の損傷を大幅に軽減することが可能となります。

	耐震構造	免震構造	制振構造
模式図			
特徴	大地震時には上部構造の損傷を許容することで地震のエネルギーを吸収し、建物の倒壊を防止します。	建物と基礎の間にアイソレーター(積層ゴムなど)とダンパーを設けた構造。アイソレーターで建物を長周期化し、ダンパーで減衰性能を向上させ、地震時の上部構造の揺れを大幅に軽減します。	上部構造に制振ダンパー(座屈拘束ブレースなど)を設けた構造。専らダンパーで地震エネルギーを吸収することで、建物の揺れを低減し、柱や梁の損傷を軽減します。

大地震時のエネルギー吸収

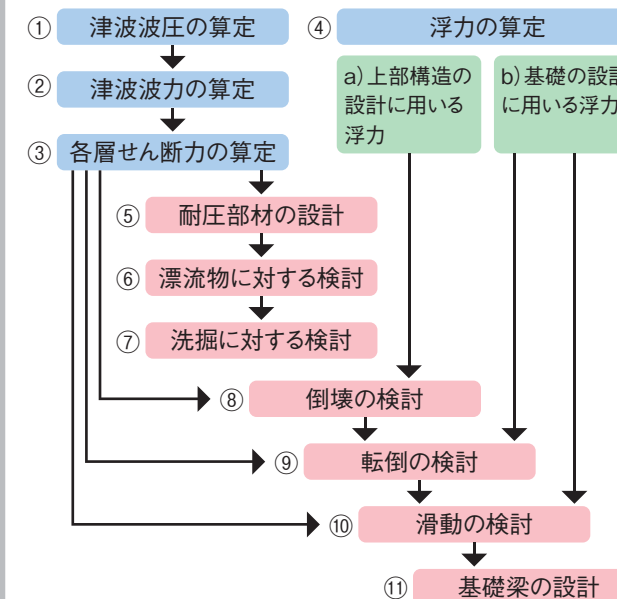


津波避難ビルの構造設計法

東日本大震災の被害調査結果に基づき、津波避難ビルの技術的基準が制定されました。(平成23年度国交第1318号および国住指第2570号別添暫定指針)この基準では、2005年に内閣府より示された「津波避難ビル等に係るガイドライン」から以下の見直しを行っています。

- ①構造種別の制限(RC造やSRC造に限定)の撤廃:S造を含む性能規定化
- ②津波波圧の算定における水深係数の合理化:従来は一律3、新基準では条件により1.5まで低減可能
- ③津波波力の算定における開口やピロティの取り扱いの明確化:開口やピロティにより波圧の低減可能
- ④転倒や滑動を防ぐための構造計算において浮力を考慮することを明示

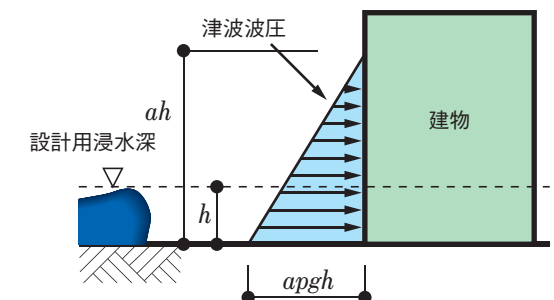
構造設計のフロー*1)



津波波圧の算定*1)

津波波圧を、設計用浸水深に水深係数 a を掛けた高さの静水圧として算定

a :水深係数
 h :設計用浸水深(m)
 p :水の単位体積質量(t/m³)
 g :重力加速度(m/s²)



	遮蔽物あり		遮蔽物なし
海岸や河岸等からの距離	500m以遠	500m未満	距離によらず
水深係数 a	1.5	2	3

この新ガイドラインに基づく鉄骨造の設計事例は以下のHPに掲載されています。

一般財団法人日本建築防災協会:講習会テキスト「津波避難ビル等の構造上の要件の解説」の公開について
http://www.kenchiku-bosai.or.jp/seismic/tsunami_text.html

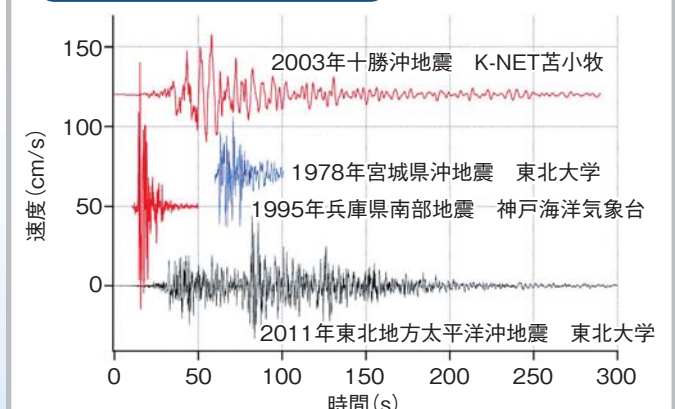
設計法に関する鉄連の取組み

東日本大震災では、津波により建物に甚大な被害が生じました。また都心の超高層ビルでは、長周期・長時間地震動の影響で、これまで経験したことのない長時間の大きな揺れを経験しました。

このようなことから、鉄連では関係諸団体と連携して、以下の調査・研究テーマに取り組んでいます。

- 鉄骨造建物の耐津波設計に関する研究
- 長周期地震動に対する鋼部材・接合部の保有性能に関する調査研究
- 鉄骨溶接部の性能と施工に関する研究
- 既存鉄骨造建物の耐震改修に関する研究

主要地震動の観測記録*1)



*1) 出所 国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所「平成23年度東北地方太平洋沖地震被害調査報告」

鉄骨造建物の提案

新構造システム建築物

1. 震度7クラスの地震にも無損傷

- ・従来鋼の2倍の強度の鋼材「H-SA700」と制振機構を使用することにより、部材の塑性化を回避
- ・震度7クラスの巨大地震にも主要構造部を無損傷に止め、人命を守り、被災後の事業継続性を確保

2. 巨大津波にも耐える構造計画

- ・対地震無損傷により巨大津波や引き波への構造安全性を確保
- ・高強度鋼により実現される街区の嵩上げ、柱径の最小化・本数減により対津波対策を実現

3. 長期耐用の長寿命建築

- ・躯体と内外装/設備を分離するSI（スケルトン・インフィル）設計と大スパン構造の適用により用途可変性確保
- ・更新を前提とした内外装/設備設計により損傷時の復旧が容易

4. 3Rで省資源化

- ・高強度鋼採用により鋼材重量低減、CO₂排出量の削減により環境に優しい建物を実現
- ・SI設計の採用により部材のリユース、リサイクルが容易、省資源化を達成

嵩上げ街区重要施設



巨大地震並びに大津波から建物を守るため、街区全体を嵩上げし上部には高性能庁舎ビルや地域防災拠点機能、下部には駐車場、貸スペースなどを整備

嵩上げ街区復興住宅



新構造システム建築物で嵩上げ街区部分を作り、下部に既存の商店や事業所、新たな商業施設などを、上部には避難広場を囲むように集合住宅棟を配置

物流センター



高階高・大スパンにより、工場と事務所を複合化し立体配置し、2つのスロープを使って各階に車で自在にアクセスできる物流センター



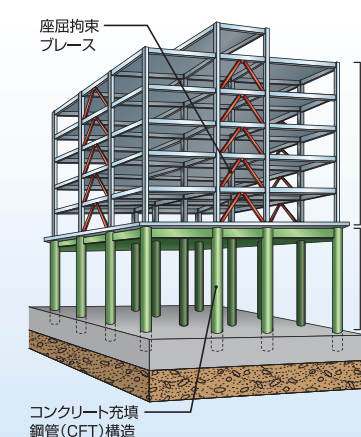
津波避難タワー



- ・コラム柱-H構造により、軽量で耐地震、耐津波に優れた架構を実現
- ・津波高さ（浸水深）、避難人数に応じた架構、形状、高さに対応可能

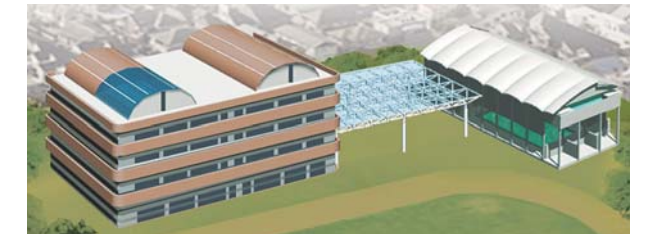
鋼構造防災拠点ビル

- ・想定津波高さを超えるピロティ構造とし、津波の破壊力を回避
- ・ピロティ柱には高耐力・高剛性のコンクリート充填鋼管（CFT）構造を採用
- ・上部構造には座屈拘束ブレースを用いた制振構造を採用し、耐震性能を向上
- ・鋼構造とすることにより軽量化が可能となり、ピロティ構造に加わる地震力を低減

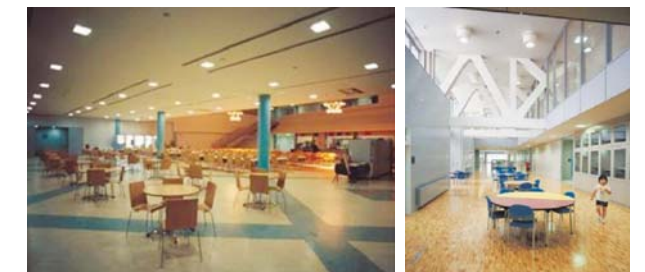


鋼構造学校施設

- ・大スパン構造により、地域防災拠点（避難施設、備蓄倉庫）としての活用や公共施設との複合化、将来的な用途変更・レイアウト変更に対応可能



学校施設 全体図

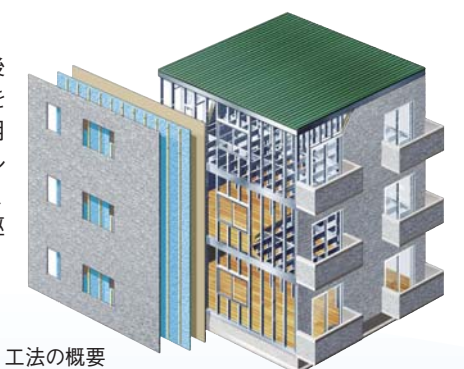


フレキシブルな空間例

住宅（スチールハウス）

- ・薄板軽量形鋼は軽量で取扱いが容易、めっき処理により高耐久
- ・パネル工法で現場短工期が可能
- ・外断熱工法により高気密、高断熱
- ・環境3R（Recycle, Reuse, Reduce）に適應
- ・壁式構造により、地震、津波のレベルに応じて対応可能

板厚1mm前後のめっき鋼板を枠材に、構造用合板などをドリルねじで接合し、壁、床、屋根、躯体を構成



工法の概要



共同住宅

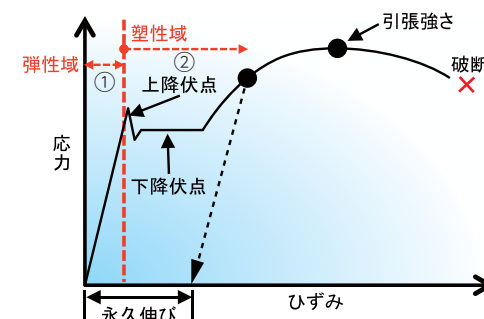
鋼材の材料特性

鋼材の機械的性質

鋼材の「引張試験」を行うと、試験片の「荷重」と「伸び」の関係を表すグラフが得られます。これを「応力(単位断面積あたりに作用する力)」と「ひずみ(伸びの増加率)」の関係に置き換えたものが「**応力-ひずみ関係**」です。

- ①引張り開始後、応力とひずみは直線的に増加
 - ②あるレベルに達すると応力が増加せず、ひずみが増える。この時の応力を「**降伏点**」という。
 - ③引張り続けると鋼材は粘り強さを発揮し、再び応力が上昇し最大値「**引張強さ**」に到達するが、その後応力は低下し、やがて「**破断**」に至る。
- ①の領域は「**弾性域**」と呼び、荷重を取り除けば鋼材の変形は残らない。
②以降は「**塑性域**」と呼ばれ、荷重を除いても変形(永久伸び)が残る。

鋼材の応力-ひずみ関係



- 弾性域→降伏→加工硬化→破断
- 設計上は、引張強さではなく、降伏点が重要
- 降伏比YR=降伏点/引張強さ

降伏点または耐力

引張試験では一般に「上降伏点」を表します。鋼材によっては明瞭な降伏点が現れない事もあり、この場合は0.2%の永久伸びが生じるときの応力を「耐力」と称し、降伏点に相当する強度とみなします。

降伏比

「降伏点または耐力」を「引張強さ」で割った値です。この値が小さいほど降伏後の耐力上昇が大きく、変形性能に優れた鉄骨部材となります。

伸び

「引張試験」において、試験片の「標点距離の増大した割合」です。試験片破断後の標点距離を初期の標点距離で割って、百分率(%)表示したものを「伸び」と称します。

シャルピー吸収エネルギー

「シャルピー衝撃試験」により得られる鋼材の「靱性(割れにくさ)」を表す指標です。切り欠きを設けた試験片に衝撃を与えて破断させ、鋼材が吸収した(=破断に要した)エネルギーを表したものです。この値がある程度確保されていないと、鉄骨部材の溶接接合部の大きな変形に耐える事ができません。

鋼材の化学成分

「鋼材」には鉄(Fe)以外の成分も含まれ、その量によって強度や溶接性などの性質が異なります。特に、炭素(C)、珪素(Si)、マンガン(Mn)、燐(P)、硫黄(S)は「5元素」と呼ばれ、鋼材の品質や性能確保のための大切な管理項目となります。

炭素(C)

鋼材特性に大きな影響を与える成分で、含有量1.7%以下の鉄が炭素鋼と呼ばれています。Cが少なければ柔らかく伸びやすい鉄になり、反対に多くなると強度と硬さは増します。ただし伸びや衝撃性が劣化し、溶接性も悪くなります。

珪素(Si)・マンガン(Mn)

Cと共に鋼材の硬さや強度に影響を与える成分です。

燐(P)・硫黄(S)

通常、鋼材に含まれる不純物として扱われています。鋼材を脆くしたり、溶接性を低下させるなどの悪影響を与えます。

炭素当量(Ceq) 溶接割れ感受性組成(P_{CM})

炭素の含有量は溶接性に大きな影響を与えますので、その他の成分についてもその影響に応じて炭素の量に換算し、評価を行います。いくつかの評価式のうち、この2種類が鉄骨の溶接性評価によく用いられる指標です。

溶接部の品質と鋼材性能

鉄骨部材の加工や接合には、溶接が多く使われます。地震時に塑性化する鉄骨部材の溶接接合部は早期に破断する恐れがあるため、溶接部の品質を確保することが重要です。

鋼材の化学成分と溶接性

鋼材の不純物であるP、Sを少なくするとともに、Cや炭素当量又は溶接割れ感受性組成についても、溶接部の品質を確保できるような上限値が必要です。また板厚方向に大きな引張力を受けたり、溶接時に板厚方向が拘束される部材では、板の剥離的な割れ(ラメラテア)を防ぐためP、Sをより厳しく低減することが必要になります。

溶接部の シャルピー吸収エネルギー

柱と梁の溶接接合部は、大きな力が作用するとともに力の流れも複雑になるため、鋼材が十分な粘り強さを発揮できずに破断(脆性破断)する恐れがあります。溶接部を含めた鋼材のシャルピー吸収エネルギーが大きければ、脆性破断が生じにくくなり、設計上必要な部材の変形を確保することが出来ます。

耐震安全性確保のために必要な鋼材の性能

鉄骨造建物の耐震設計と鋼材性能

鉄骨造建物の耐震設計は、

- ・中小地震では、鋼材に生じる応力が降伏点以下になるよう設計して骨組みの損傷を防ぐー
- ・大地震では、鋼材の塑性域の粘り強さを利用して建物の崩壊を防ぐー
ことになります。

このため鋼材には、「降伏点」や「引張強さ」が規定の値以上であることのほかに、以下の様な性能が必要になります。

耐震性能

(A) 骨組の崩壊形

(B) 柱・梁部材の塑性化

(C) 保有耐力接合
高力ボルト接合
溶接接合

(D) 溶接部の脆性的破断

鋼材性能

【機械的性質】

- (1) 降伏点のばらつきΔYP
- (2) 降伏比 YR
- (3) 伸び
- (4) 衝撃特性

【化学成分】

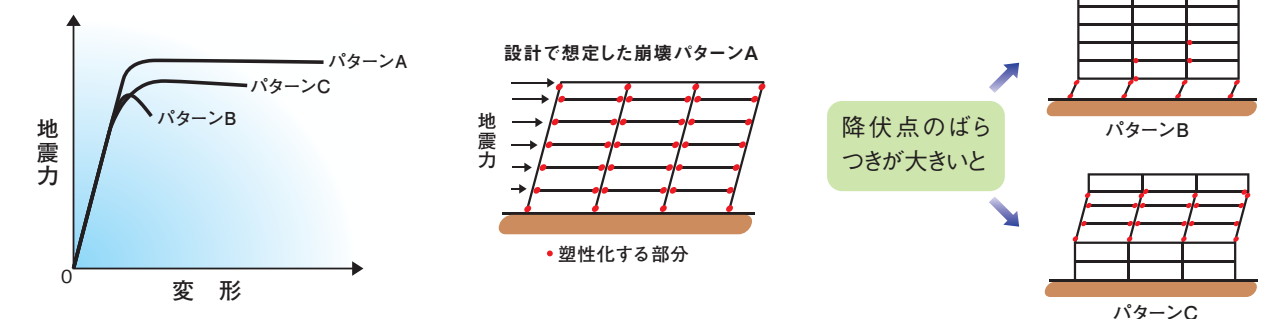
- (1) C, Si, Mn, P, S
- (2) Ceq, P_{CM}

降伏点の上限値(ばらつきの低減)

耐震設計では、鉄骨骨組の塑性化する部位を設定して構造計算を行います。

降伏点のばらつきが大きいと、予定外の部材が塑性化したり、塑性化すべき部材が塑性化しなかったりと、骨組みが設計どおりの状態にならず十分な耐震性能を発揮できない恐れがあります。このため、降伏点は下限値だけでなく上限値も設定して、ばらつきの範囲を抑える必要があります。

降伏点のばらつきの影響

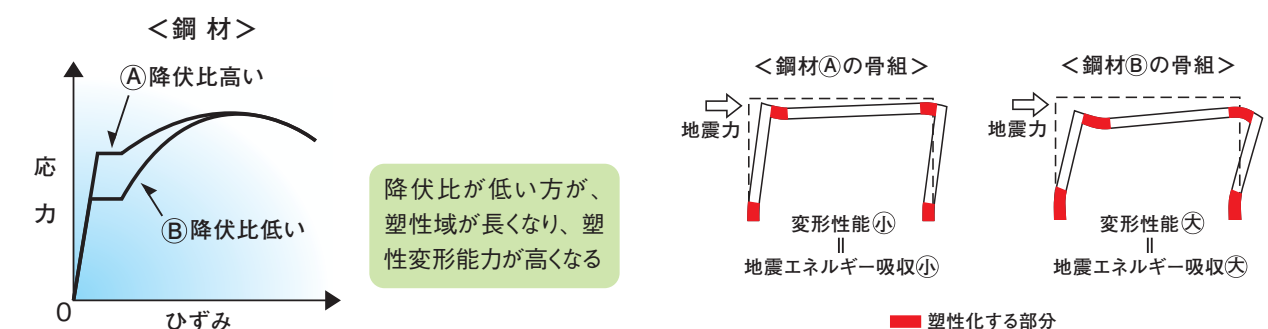


降伏比の上限値

鉄骨骨組は、鋼材の塑性域での変形性能が大きい事を利用して耐震設計されています。

降伏比が高くなると、鉄骨部材の塑性化する範囲が小さくなり、部材や骨組みとして期待している十分な変形性能を発揮できなくなります。このため、鋼材の降伏比の上限値が必要となります。

降伏比の影響



各種鋼材の紹介

SN鋼材

制定の経緯

従来、鉄骨造建物に使われていたSS,SM鋼材は、土木・造船・機械など鋼構造物全般を対象とした規格です。地震エネルギーの吸収を期待する建築構造用鋼材としての要求性能に応えられるよう、溶接性も兼ね備えた鋼材として、1994年に建築構造専用のJIS規格としてSN鋼材が制定されました。

SN鋼材の特長

SN鋼材の特長	内 容
耐震安全性の確保	降伏点および降伏比の上限値を設定することにより、部材および骨組の耐震安全性が確保されます。
溶接部の品質確保	炭素当量 (Ceq) や溶接割れ感受性組成 (P _{CM}) の上限値を設定することにより、溶接部の品質が確保されます。
適用部位に応じた鋼種ラインアップ	3種類のSN鋼材を設定することにより、適用部位毎に必要なとされる性能に応じた使い分けが可能です。
公称断面寸法の確保	マイナス側の板厚許容差を厳格化しています。

SN鋼材の紹介

強度クラス	400N級および490N級の2水準です。400N級はA,BおよびC種に、490N級はBおよびC種に区分されます。
種 類	鋼板・鋼帯・形鋼・平鋼の4品種です。
使用区分	A種: 広く使用されているSS400をベースに炭素(C)含有量の上限値および板厚許容差の厳格化を規定しています。二次部材(小梁、間柱)やトラスなど、変形能力や高い溶接部品質が必要とされない非耐震部材に使用されます。 B種: 耐震性能を充分発揮するため、降伏比および降伏点のレンジを新たに規定しています。さらに、溶接接合を前提とし、C含有量以外にシャルピー吸収エネルギーや炭素当量(Ceq)などを規定しています。柱や大梁など、耐震性を確保する上で重要であり、高い溶接品質が要求される部材に適用します。 C種: B種の性能に加え、板厚方向特性を付与し、更に不純物元素も低減しています。四面溶接ボックス柱のスキンプレートや通しダイアフラムのように板厚方向の性能が要求される部材に適用されます。

鋼材企画		変形能力		溶接性能				板厚方向特性			公称断面寸法の確保
		降伏比規定	降伏点上限	C上限規定	シャルピー規定	P≤0.030% S≤0.015%	CeqP _{CM} 規定	P≤0.020% S≤0.008%	絞り値規定	UT規定	
鋼板 鋼帯 形鋼 平鋼	SS										
	SM			○	△						
	SN A種			○							○
	SN B種	○	○	○	○	○	○				○
	SN C種	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
角形 鋼管	STKR			○							
	BCR	○	○	○	○	○	○				○
	BCP B種	○	○	○	○	○	○				○
	BCP C種	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

建築構造用冷間成形角形鋼管「BCR」、「BCP」

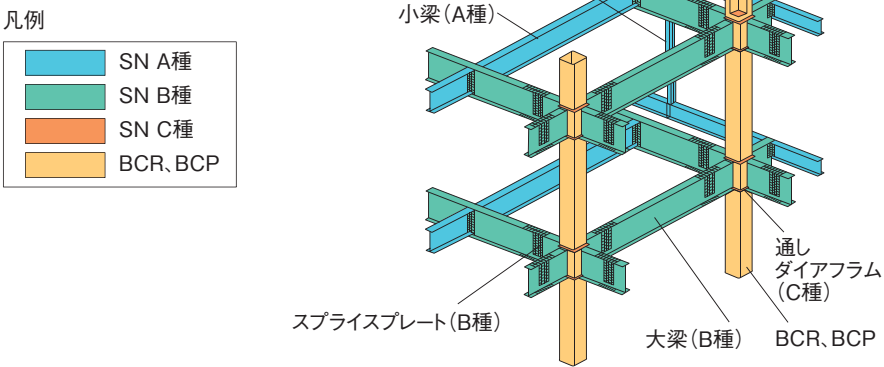
- ・SN鋼材と同等の品質を有する建築構造用冷間成形角形鋼管がBCR(ロール成形)、BCP(プレス成形)です。
- ・SN鋼材の規格には含まれないので、BCR、BCPIは国土交通大臣の認定を取得しています。
- ・BCR、BCPIは建築鉄骨の柱に使用される前提で品質が規定されており、SN鋼材のB種に相当します。BCPIについては、C種に相当する規格もあり、柱梁接合部に内ダイアフラム形式を用いる柱に使用します。

コラム-H構造の概要と特長

- ・大スパン化が可能で柱の少ない空間を実現できます。将来のレイアウト変更が容易です。
- ・部材を工場生産するので、品質確保が容易で、現場工期が短縮できます。

※BCR,BCPIは日本鉄鋼連盟の登録商標です

コラム-H構造の概要図



高強度鋼

建物の規模に応じて高強度の鋼材を提供できます。鋼材重量の低減、CO₂排出量の削減が可能です。

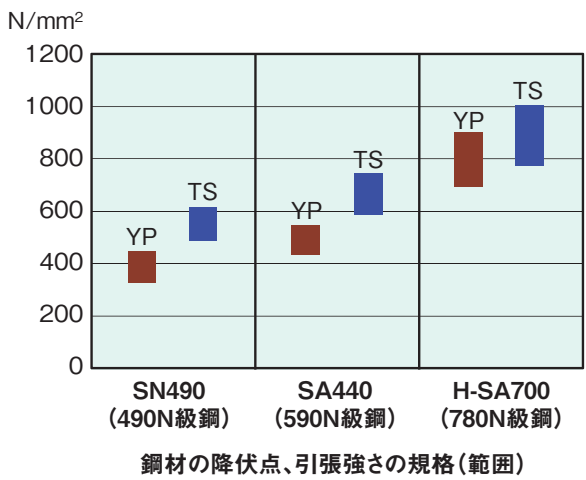
建築構造用590N/mm²鋼「SA440」

- ・SN鋼材と同じ降伏比の上限を80%として部材の塑性変形能力を確保しています。板厚に関わらず強度が一定であり、炭素当量を低く抑えることにより高い溶接性を確保した鋼材です。

建築構造用780N/mm²鋼「H-SA700」

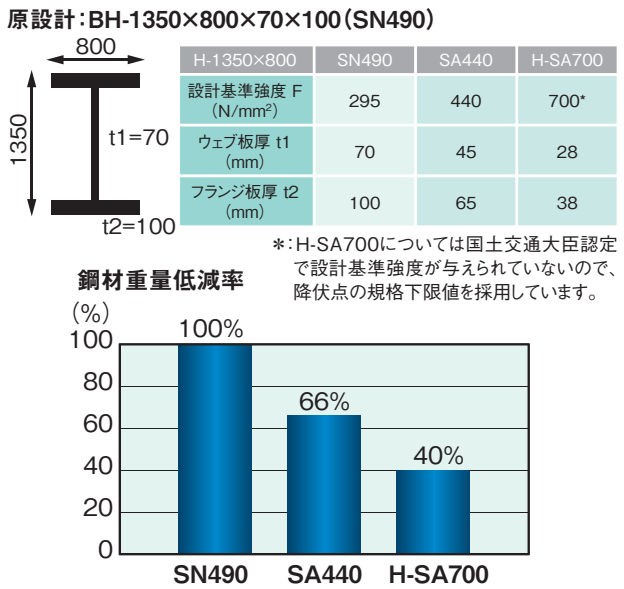
- ・震度7クラスの地震に対して無損傷を目標とした「新構造システム建築物」向けに開発され、従来の約2倍の強度を有する鋼材です。

各種鋼材の降伏点、引張強さ



- ・上図のYP、TSは各々鋼材の降伏点、引張強さに関する規格の範囲を示しています。
- ・鋼材強度のばらつきを低減するため、降伏点、引張強さの上限を設けています。

高強度化による鋼材重量低減効果(例)



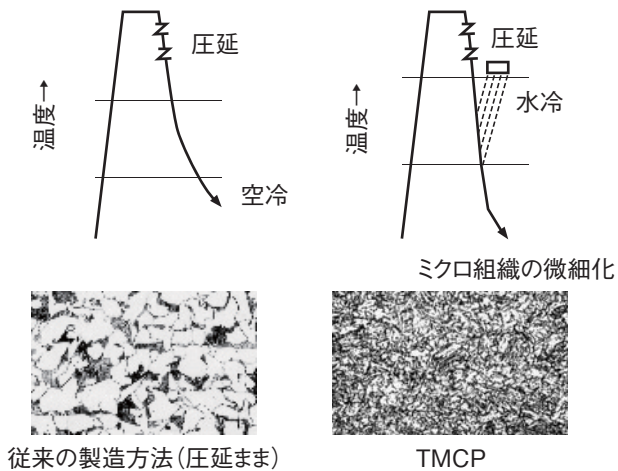
- ・上表および上図より、H形鋼を対象として等価な降伏せん断耐力、降伏曲げ耐力で比較した場合、SN490に対してSA440、H-SA700を用いることにより鋼材重量をそれぞれ66%、40%まで低減可能です。

各種鋼材の紹介

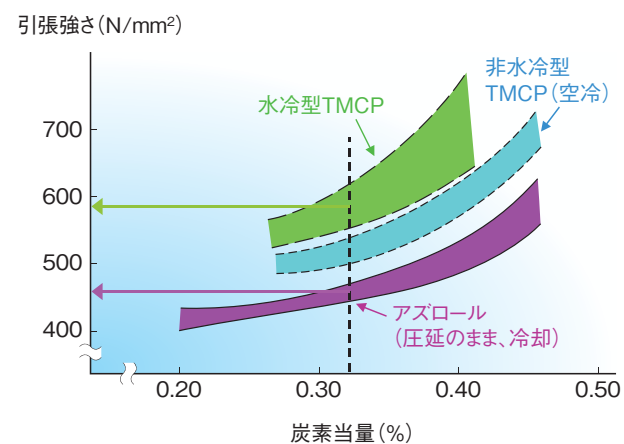
TMCP鋼板

TMCP (Thermo Mechanical Control Process) とは、制御圧延と制御冷却を併用し、結晶粒の微細化を図ることにより強度を増加させるとともに、靱性を改善することができる製造方法です。通常の厚鋼板に比べ、炭素当量 (Ceq)、溶接割れ感受性組成 (P_{CM}) が低く抑えられるので溶接性に優れています。また、SN490やSM490、SM520などの鋼材では、板厚40mmを超える場合には設計に用いる基準強度が1割程度低減されますが、建築構造用TMCP鋼板では板厚に関係なく基準強度は一定で、490N級鋼は325N/mm²、520N級鋼は355N/mm²となっており、各メーカーで大臣認定を取得しています。

製造方法の違い



鋼板の炭素当量と引張強さとの関係



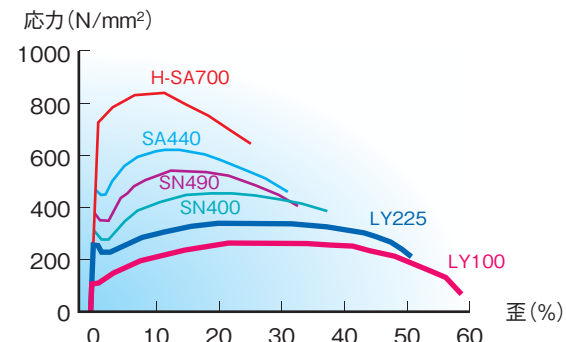
建築構造用低降伏点鋼 (LY100、LY225)

制振構造は地震エネルギーを制振ダンパーに集中させる構造であり、鋼材の弾塑性履歴により地震エネルギーを吸収するダンパーが各種開発されています。ダンパーの鋼材を早期に降伏させることにより、主架構の柱や梁の損傷を大幅に低減することができます。履歴型ダンパー用の鋼材として、降伏点が100N/mm²級のLY100や、降伏点が225N/mm²級のLY225などの建築構造用低降伏点鋼があり、各メーカーで大臣認定を取得しています。

低降伏点鋼の概要・特長

- 通常の鋼材に比べ
- ①降伏点が低い
 - ②降伏点のばらつきが小さい
 - ③伸び性能に優れる
 - ④上記性能により履歴形ダンパーに適する

低降伏点鋼の応力-歪関係



低降伏点鋼の機械的性質

種類の記号	下降伏点又は耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	降伏比 (%)	伸び	
				試験片	(%)
LY100	80~120	200~300	≤60	5号	50≤
LY225	205~245	300~400	≤80		40≤

鉄骨部材の加工・組立

鉄骨造建物の骨組は、いろいろな種類の鋼材が工場で加工されたのち、建設現場で組み立てられます。

鋼材の製造のみならず、それぞれの製作、加工工程においても、厳しい品質管理が行なわれ、地震に対して安全な鉄骨骨組が出来上がります。

各品種の鋼材

鉄鋼メーカーでは、各種の鋼材を製造し、出荷しています。

■ H形鋼



■ 厚板



■ 角形鋼管 (コラム)



■ 円形鋼管



鉄骨の工場加工

鉄鋼メーカーから出荷された鋼材は、切断、孔明けなどの一次加工を経て、溶接により組み立てられ、鉄骨部材になります。鉄骨部材の製作は、ファブリーケータと呼ばれる鉄骨製作工場で行なわれますが、一次加工については専門の加工業者が行なうケースもあります。

一次加工

■ 厚板の切断



■ H形鋼の切断・孔明け



溶接・組立

■ 柱大組立



■ 仕口部の溶接



■ ダイアフラム部の溶接



鉄骨建方

ファブリーケータで製作された鉄骨部材は、建設現場において高力ボルト接合や溶接接合を用いて組み立てられ (鉄骨建方)、建物の骨組となります。

■ 現場溶接接合



■ 施工の状況



■ 高力ボルト



■ 高力ボルト接合



鉄骨造建物の耐震・耐津波安全性と鋼材について

2013年3月改訂

■ 問い合わせ先

一般社団法人 日本鉄鋼連盟

経営政策本部

市場開発グループ

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10 鉄鋼会館内

電話:03-3669-4815 FAX:03-3667-0245

URL <http://www.jisf.or.jp/>

©無断複写転載禁止