

平成20年度 建築基準整備促進補助金事業

5. 鉄骨造建築物の基準の整備に資する検討

平成20年度調査報告

(社) 日本鋼構造協会
(株) 日本建築センター

< 調査項目 >

鉄骨造の課題の調査項目として提示された以下の2つに対して、3つの委員会を設置し、(独)建築研究所との共同研究として、これらの調査を実施した。

(イ) STKR材等の冷間成形角形鋼管を柱材に用いた構造と幅厚比の規定に抵触する建築物の補強方法等の検討

➡ 「(1) STKR材等委員会」を設置して調査を実施(事務局:(社)日本鋼構造協会)

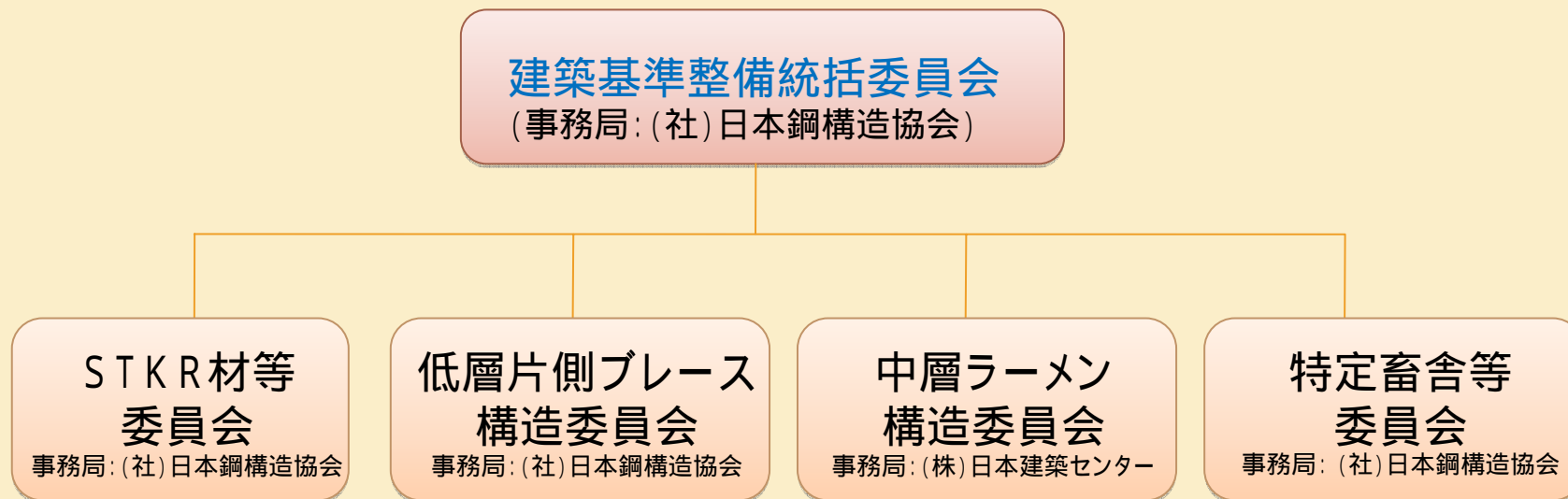
(ロ) 中規模鉄骨造建築物に関する簡易な安全性の確認方法の検討

➡ 特性の異なる構造を調査する必要があることから、
「(2) 低層片側ブレース構造委員会」(事務局:(社)日本鋼構造協会)及び

「(3) 中層ラーメン構造委員会」(事務局:(株)日本建築センター)の2つの委員会を設置して調査を実施

< 調査全体の実施体制 >

「建築基準整備促進補助金事業」のうちの「5. 鉄骨造建築物の基準の整備に資する検討」の内容と、「14. 特定畜舎等建築物の合理的な構造計算基準の整備に資する検討」の内容については、関係する部分が多くあり、連携して検討を進める必要があることから、下記のように、4つの委員会を統括する委員会を(社)日本鋼構造協会に設置して、これらの調査を推進した。



平成20年度 建築基準整備促進補助金事業

5. 鉄骨造建築物の基準の整備に資する検討
- (イ) STKR材等の冷間成形角形鋼管を柱材に用いた構造と幅厚比の規定に抵触する建築物の補強方法等の検討

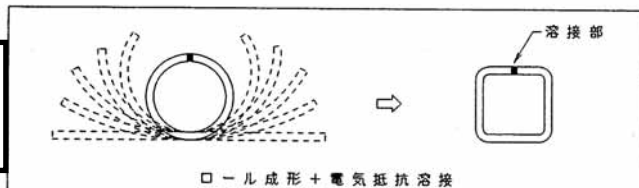
(1) STKR材等委員会

(社) 日本鋼構造協会

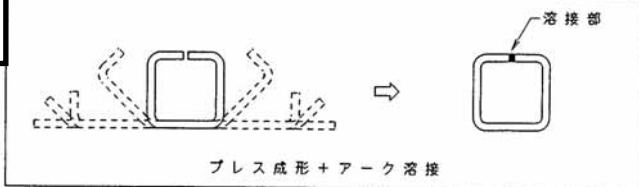
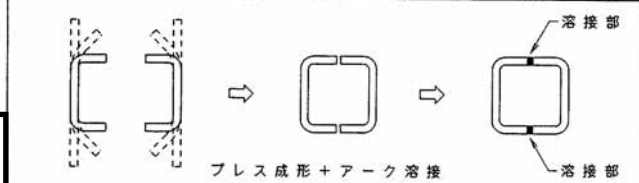
< 背景と目的 >

冷間成形角形鋼管の製造法と問題点

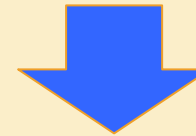
ロール成形
角形鋼管



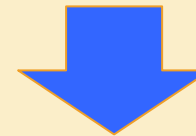
プレス成形
角形鋼管



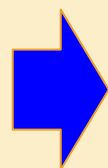
製造過程で冷間曲げ加工(塑性変形)しているため、構造部材としての塑性変形性能に問題有り



1994年に塑性変形性能を改善した部材(BCR,BCP)が開発される



従来からの部材STKRと、変形性能を改善した部材(BCR,BCP)の設計法を記した「冷間成形角形鋼管設計施工マニュアル」が1996年に発刊、**STKRを用いる場合は、柱を塑性化させないことを意図して、柱/梁耐力比1.5とした**



平成19年に告示化されたため、冷間マニュアルで設計していなかった建物でSTKRを用いている場合、柱/梁耐力比1.5で既存不適格となり、その扱い(補強方法)が問題となり、**この補強及び評価方法等の提示が本委員会の目的**

< 20年度の調査実施項目 >

- (1) 既存不適格建物の実状調査：
 - STKRの生産実績等の調査
 - 既存不適格建物の試設計と地震応答解析による調査
 - 既往の試設計建物の地震応答解析による調査
 - 実建物の調査に基づく既存不適格建物の実状調査

- (2) STKR、BCR、BCP材の塑性変形性能等の実態調査：
 - 素材と部材の実験データの整理分析
 - 既往の部材の塑性変形性能算定式等の整理分析

- (3) STKC材の対応方針の検討：

- (4) 補強方法の文献調査：
 - 各部位別の補強方法の調査

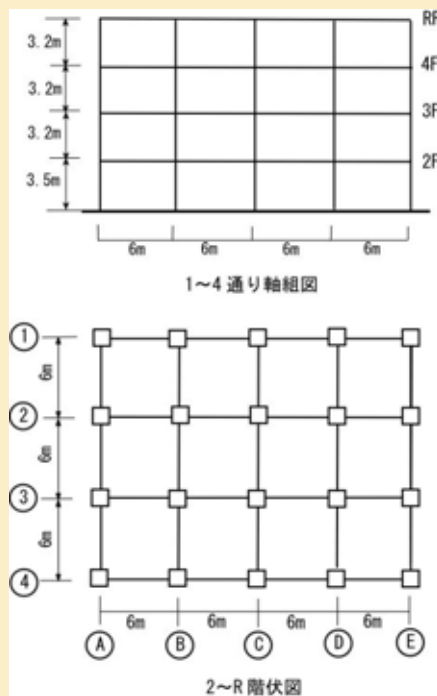
(1) 既存不適格建物の実状調査:

STKRの生産実績等の調査



STKR材の生産実績等を調査し、1989年以降で約900万トンの生産があり、そのうち既存不適格を少なく見積もって1/3とした場合でも、約300万トンで、 25kg/m^2 で面積換算すると、1億2000万 m^2 となる

既存不適格建物のパターン分析と試設計による調査



4層試設計建物の例

試設計建物の設計方針:

梁は共通として、柱はSTKRで柱梁耐力比1.5を満足する場合と満足しない場合、BCRの場合の3種類で設計。4層、6層、9層の建物を設計。

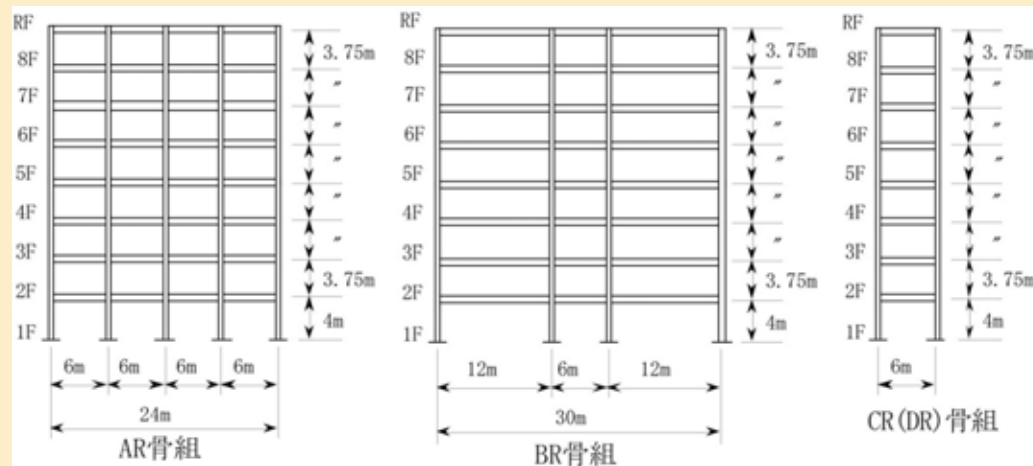


静的増分解析の結果、柱梁耐力比1.5を満足しなくても保有水平耐力には十分余裕があることがわかった

既往の試設計建物の地震応答解析による調査

・冷間マニュアルが規定される以前の11の試設計骨組について地震応答解析を行った結果、柱梁耐力比は1.5未満になる場合がかなり多いが、1階柱の脚部以外には、柱にはほとんど損傷が生じない。パネルが先行して降伏し、塑性エネルギーを吸収していることがわかった。

➡ パネルが先行降伏するため柱は塑性化しない可能性が高い



調査した試設計建物の軸組図(8層骨組の例)

実建物の調査に基づく既存不適格建物の実状調査

実建物の柱梁耐力比等調査した8つの文献を調査した。柱梁耐力比は、中柱接合部の8割前後が1.5を満たしていなかった

➡ マニュアル適用以前の建物は多くが既存不適格となっていることが判明 8

(2) STKR、BCR、BCP材の塑性変形性能等の実態調査:

素材と部材の実験データの整理分析



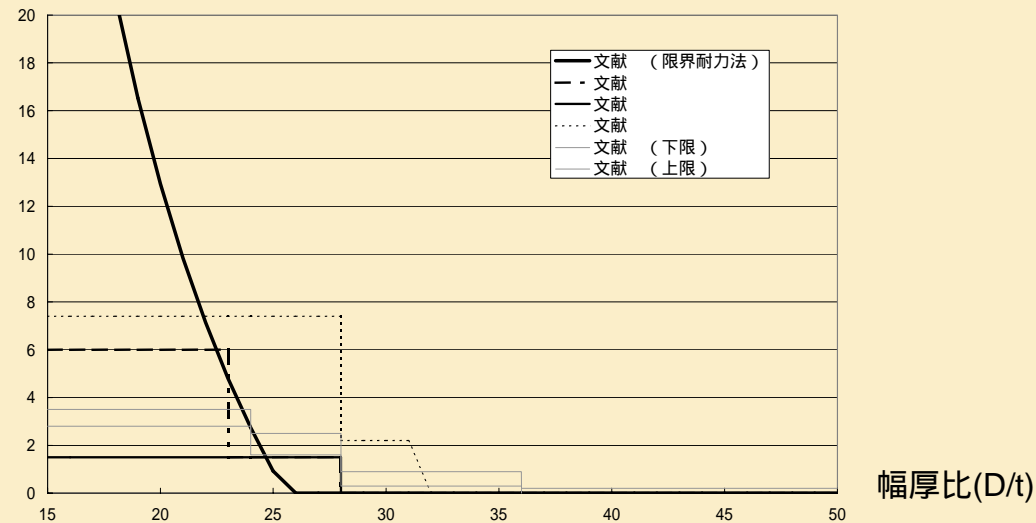
STKR材はBCR材よりも塑性変形性能に乏しい傾向が確認された

既往の部材の塑性変形性能算定式等の整理分析



塑性変形性能算定式等に関する調査を行い算定式の差異を確認した。「2008年版冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル」が概ね安全側の評価であることがわかった

(STKR400)



STKR400の累積塑性変形倍率と幅厚比の関係

(3) STKC材の対応方針の検討:



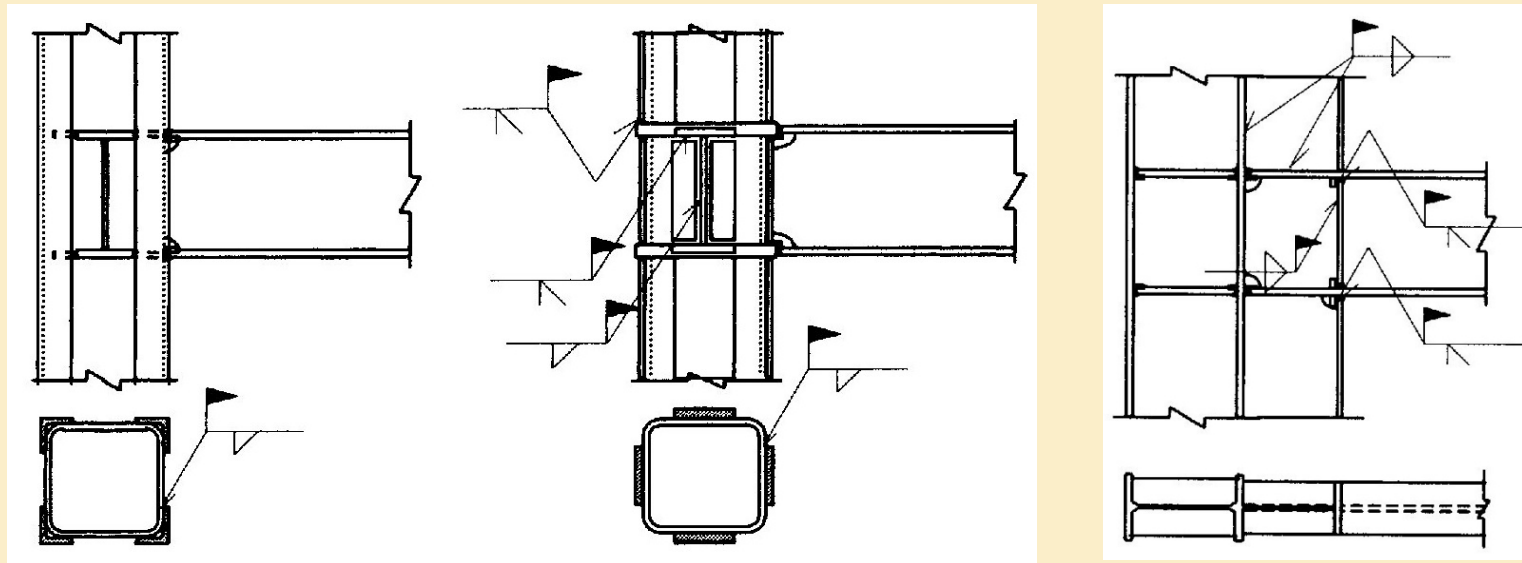
STKC材を用いた建物の増改築時における対応方針としては、物件毎に時刻歴応答解析により個別で認定して対応することが確認された

(4) 補強方法の文献調査:

部位別の補強方法の提示



柱の補強としては(a)山形鋼、(b)鋼板、(c)CT形鋼などによる補強がある



(a)山形鋼

(b)鋼板

(c)CT形

< 「STKR材等委員会」の調査結果のまとめ >

(1) 冷間マニュアルを適用していない建物は大半が、柱梁耐力比1.5を満足していない可能性が高く、既存不適格となる。

(2) 既往の試設計建物の応答解析の結果から、柱梁耐力比が1.5に満たない場合でも柱に損傷が生じなかった。これはパネルが先行降伏するためである。

(3) STKR材の塑性変形性能算定式の調査から、「冷間マニュアル」の算定式は概ね安全側である。

< 21年度の課題 >

- ・ 試設計による検討と時刻歴解析による応答性状の把握
- ・ STKR材の塑性変形性能算定式の検討
- ・ 限界耐力計算法とエネルギー法による安全性確認方法の検討
- ・ STKC材の評価方法の検討
- ・ 柱を補強する方法の実験による検討と補強設計式の検討
- ・ 簡易な補強としての鋼材ダンパー等による補強の可能性の検討

平成20年度 建築基準整備促進補助金事業

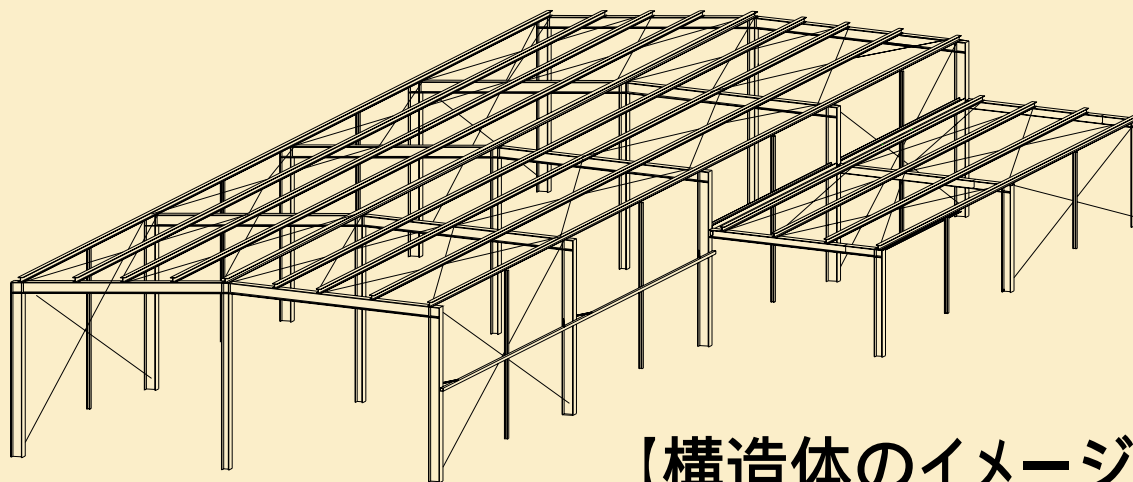
5. 鉄骨造建築物の基準の整備に資する検討
(口) 中規模鉄骨造建築物に関する簡易な安全性の
確認方法の検討

(2) 低層片側ブレース構造委員会

(社) 日本鋼構造協会

< 目的 >

低層片側ブレース構造に、二次設計で要求される性能を自動的に満足するように条件設定されたチェックシートを用い、簡易に大規模地震時の安全性を確認できる設計システムを提案する。

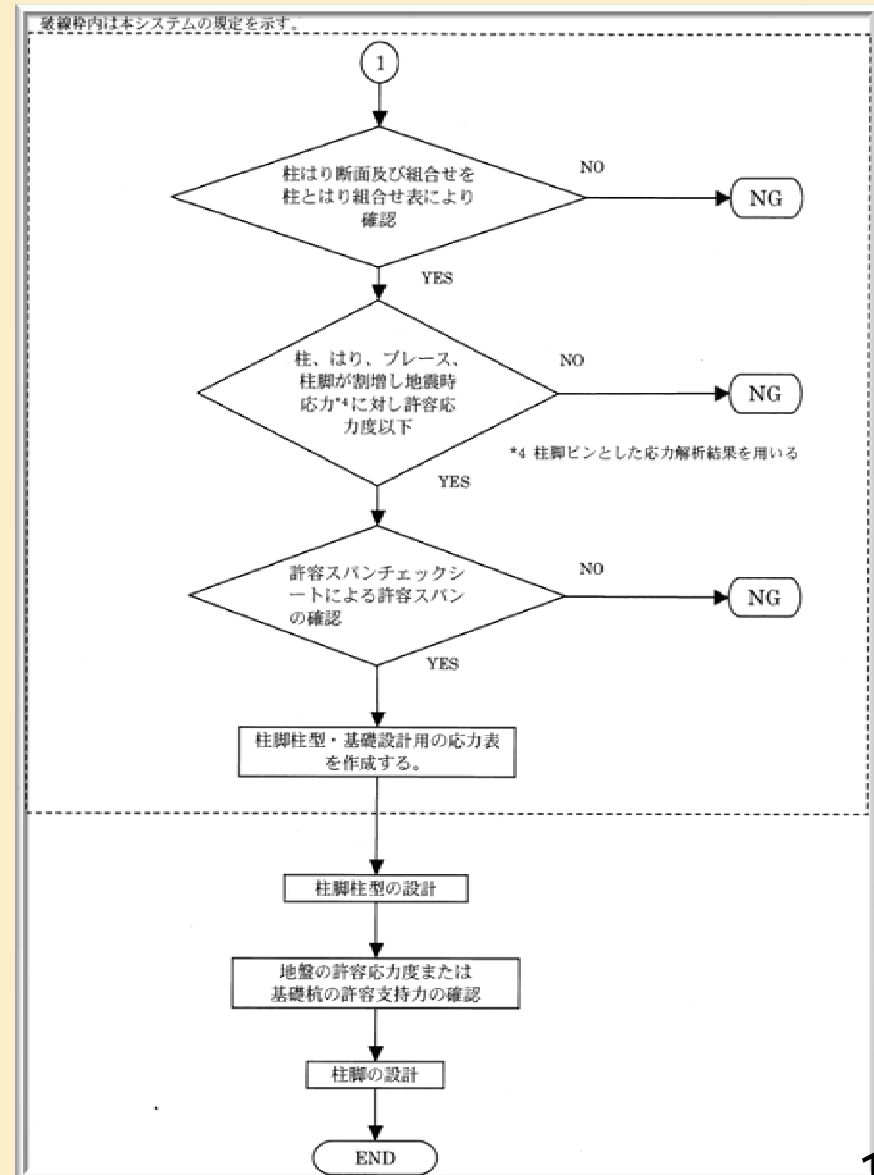
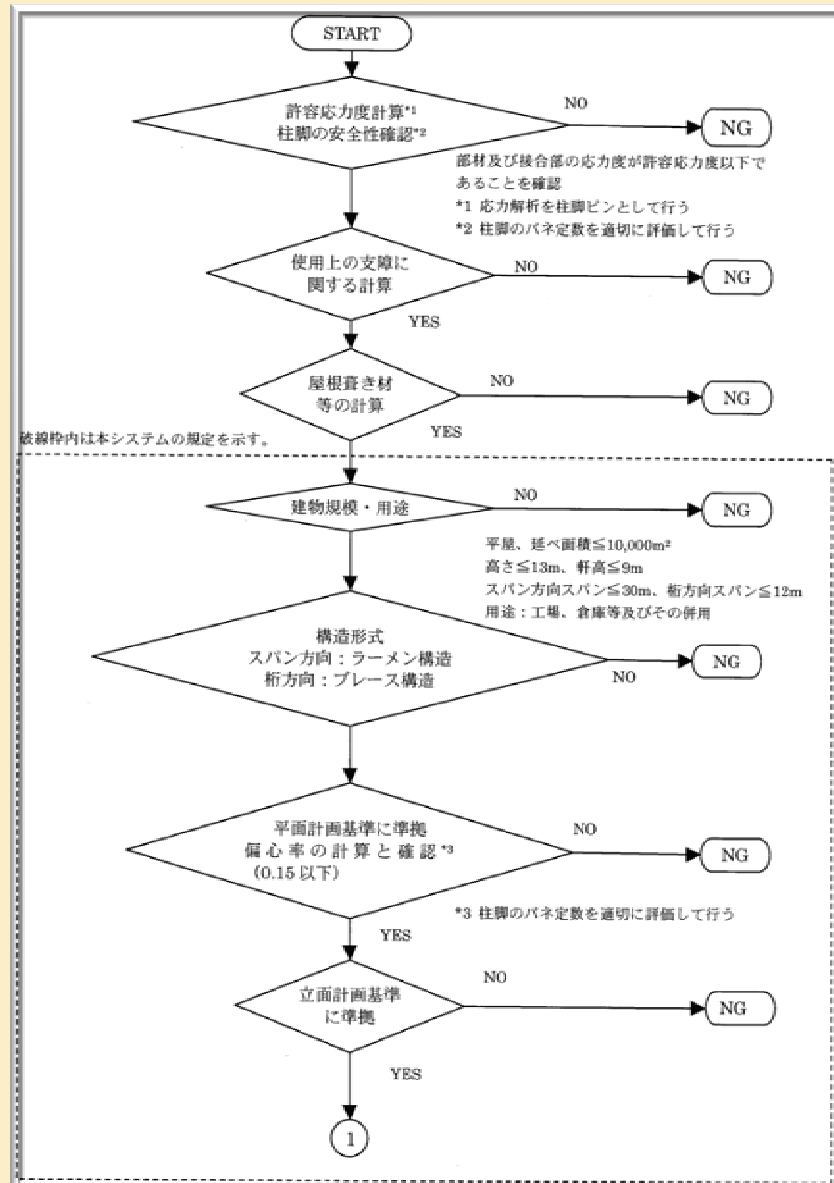


【構造体のイメージ】

< 対象建築物概要 >

用途	工場、倉庫等、及びその併用	
階数	平屋	
地下階	不可	
塔屋	なし	
延べ面積	10,000m ² 以下	
最高の軒の高さ	3.0m以上9.0 m以下	
最高の高さ	13.0 m以下	
最大スパン	スパン方向	30m
	桁方向(柱間隔)	12m
柱の断面	H形鋼	
大ばりの断面	H形鋼	
柱脚	露出柱脚	
屋根、壁形式	金属製屋根、金属製外装材	

< 設計フロー >



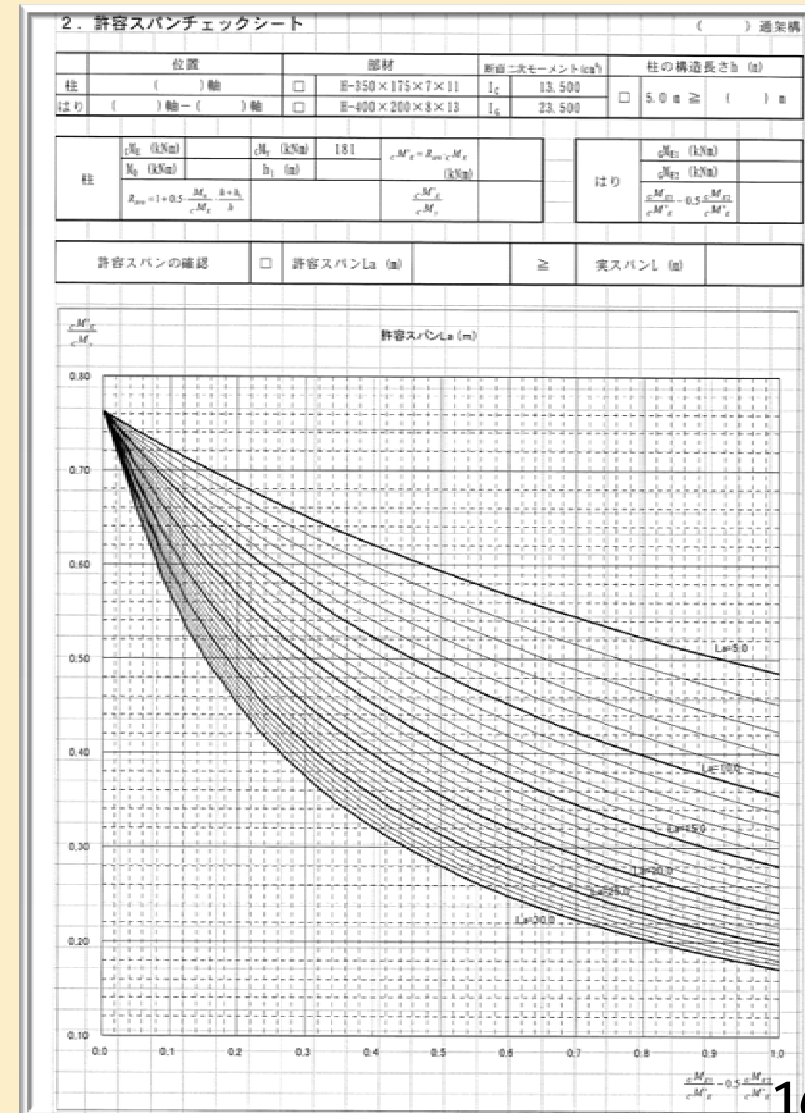
< チェックリスト >

【建築物チェックシート(1) ~ (6)】

表1 建築物チェックシート(1)		チェック項目	チェック結果	判定
基本計画	荷重	固定荷重	屋根 <input type="checkbox"/> () N/m ² 壁 <input type="checkbox"/> () N/m ²	—
		積載荷重	1階 <input type="checkbox"/> () N/m ² 屋根 <input type="checkbox"/> () N/m ²	—
規 格	積雪荷重	垂直積雪量	<input type="checkbox"/> () cm	—
		単位荷重	<input type="checkbox"/> () N/(m ² ·cm)	—
		多雪地域	<input type="checkbox"/> 該当する <input type="checkbox"/> 該当しない	—
		積雪荷重の低減	<input type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 無し	—
	風圧力	地表面粗度区分	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV	—
		基準風速	V ₀ = () m/秒	—
		Eの数値	E=E _t ² ·G _t = ()	—
	地震荷重	速度圧	q=0.6EV ₀ ² = () N/m ²	—
		地震地域係数	<input type="checkbox"/> Z= ()	—
		地盤種別	<input type="checkbox"/> 第1種 <input type="checkbox"/> 第2種 <input type="checkbox"/> 第3種	—
	設計用一次固有周期	<input type="checkbox"/> () 秒 <input type="checkbox"/> 略算法 <input type="checkbox"/> 精算法	—	
	標準せん断力係数	<input type="checkbox"/> C ₀ = () ≥0.2	OK・NG	

表6 建築物チェックシート(6)		チェック項目	チェック結果	判定	
構造計画	使用 平面計画基準	平面計画基準 偏心率	<input type="checkbox"/> 柱脚バネを評価して剛性評価 <input type="checkbox"/> X方向 () ≤15/100 <input type="checkbox"/> Y方向 () ≤15/100	OK・NG	
		柱はり組合せ	<input type="checkbox"/> 柱はり適用範囲チェックシート記載内	OK・NG	
構造計画	使用 平面計画基準	応力解析	<input type="checkbox"/> 柱脚ピン仮定	OK・NG	
			<input type="checkbox"/> ゾーニング仮定		
	大ばり	柱 応力度比	<input type="checkbox"/> 割増し地震時応力に対し許容応力度以下	OK・NG	
		スパン	<input type="checkbox"/> 許容スパンチェックシート記載内		
	使用 立面計画基準	設計	ブレース	部材 <input type="checkbox"/> ブレース部材チェックシート	OK・NG
			形状	<input type="checkbox"/> 勾配 1/4 ≤ () ≤4	OK・NG
			応力度比	<input type="checkbox"/> 割増し地震時応力に対し許容応力度以下	OK・NG
		はり継手	<input type="checkbox"/> 本件標準に準拠	OK・NG	
		はり端仕口	<input type="checkbox"/> 本件標準に準拠	OK・NG	
		柱継手	<input type="checkbox"/> 有り(本件標準に準拠) <input type="checkbox"/> 無し	OK・NG	
	柱はり接合部	<input type="checkbox"/> 本件標準に準拠	OK・NG		
	ブレース継手	<input type="checkbox"/> 本件標準に準拠	OK・NG		
	屋根	<input type="checkbox"/> 金属製屋根	OK・NG		
	外壁	<input type="checkbox"/> 金属製外装材	OK・NG		
	柱脚	<input type="checkbox"/> バネを評価した応力に対し許容応力度以下 <input type="checkbox"/> 割増し地震時応力に対し許容応力度以下	OK・NG		
	柱脚柱型・基礎設計用 応力表	<input type="checkbox"/> 応力表作成	OK・NG		

【許容スパンチェックシート】



平成20年度 建築基準整備促進補助金事業

5. 鉄骨造建築物の基準の整備に資する検討
(口) 中規模鉄骨造建築物に関する簡易な安全性の
確認方法の検討

(3) 中層ラーメン構造委員会

(株)日本建築センター

< 調査の目的 >

現行の建築基準法における鉄骨造建築物の基準の合理化に資することを目的とし、建築基準法施行令第81条第2項第二号イに規定する許容応力度等計算によって安全性の確認が必要となる建築物のうち、建築計画が釣り合いのよいものなどについて、いわゆる二次設計を代替する簡易な評価基準を主体に、付帯する課題についても検討する。

< 平成20年度の調査実施項目 >

- 1 現状分析
- 2 簡易な耐震安全性の確認方法
- 3 技術課題の整理
- 4 将来検討すべき課題の整理

1. 現状分析

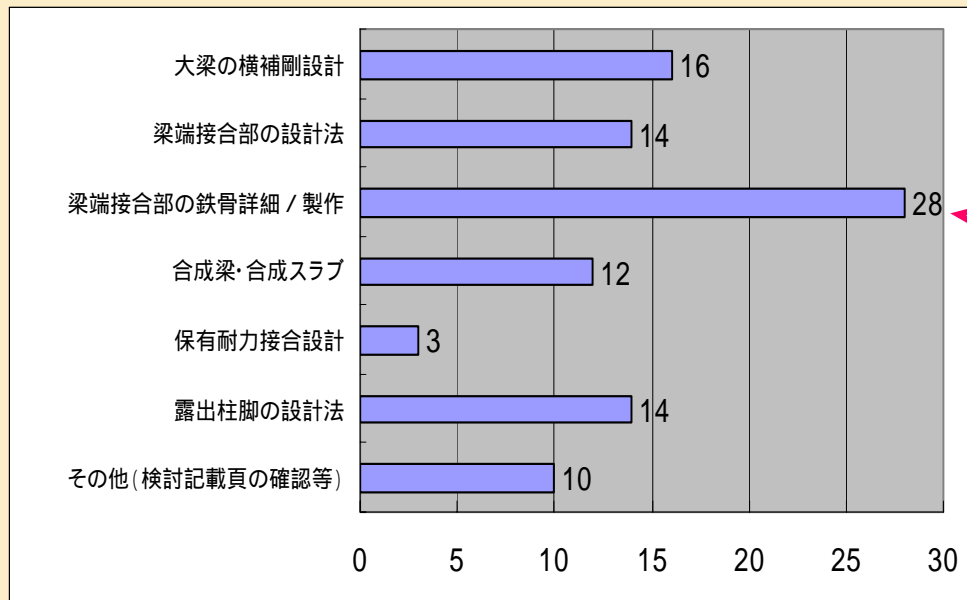
中規模鉄骨造建物の事例調査

(社)日本建築構造技術者協会(JSCA)及び複数の指定構造計算適合性判定機関に協力頂き、以下の調査と分析を実施した。

- (1) H20年の設計事例全体調査
- (2) 高さ31m以下の設計事例個別調査
- (3) 構造計算適合性判定のチェックリストの内容及びチェック項目等の調査
- (4) 適合性判定審査事例(総数57例)を対象に、技術的な指摘事項と頻度等の調査



(分析結果の一例)



指摘事項の大半を占める設計上の課題は、法規上の規定はあるが、その扱いは必ずしも明確でないまたは 学術上の見解が纏まっていない技術的なものである。

指摘事項とその頻度

2. 簡易な耐震安全性の確認方法(1)

提案1: 『JSSC低層ビルシステム』の中層ラーメン構造への拡張

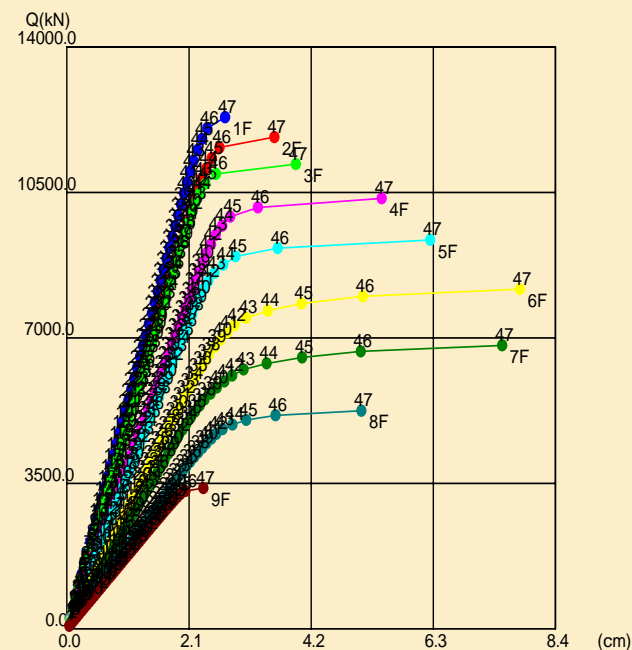
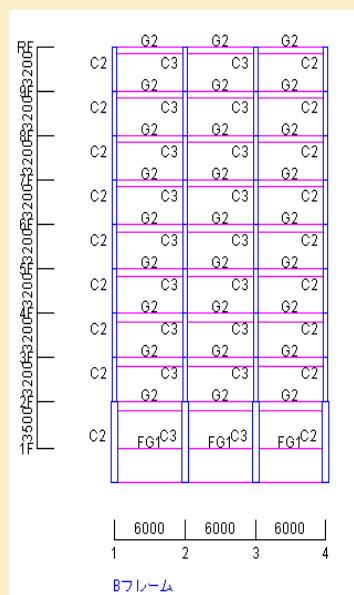
低層鉄骨造に対して既に大臣認定を取得済の『JSSC低層ビルシステム』を、高さ31m以下の中層ラーメン構造にまで適用拡大できるか否かを一貫構造計算プログラムを用いた試設計により検証



下記の事項が判明した。

(1) 『JSSC低層ビルシステム』の柱・梁組み合わせは、検討の試設計の範囲内では安全側の結果となった。

(2) 『JSSC低層ビルシステム』では各節点の柱・梁耐力比を1.5以上と設定しているが、耐力比1.5以下と出来る可能性を見出した。



2. 簡易な耐震安全性の確認方法(2)

提案2: 技術課題の整理

高さ31m以下中規模鉄骨構造建物の設計事例の調査を行い、現在の鉄骨造建物の設計の実態を明らかにすると共に、構造計算適合性判定審査の実状調査を行い、設計上の技術課題整理のための基礎資料を得た。



審査の指摘事項の多くを占める下記の設計上の技術的課題(現行法規上の規定はあるものの扱いが必ずしも明確でない、また学術上の見解がまとまっていない事項)を抽出し、これらについて現行法規や学会基準などの規定の背景を調べると共に、残された技術的課題を明らかにした。

設計上の技術的課題: 「幅厚比」「横補剛」「梁端設計法」「合成梁・合成スラブ」

< 「中層ラーメン構造委員会」の調査結果の纏め >

1. 中規模鉄骨造建築物の設計事例調査 及び 構造計算適合性判定審査の実情調査を実施し 簡易な耐震安全性の確認方法のための基礎資料を得た。
2. 簡易な耐震安全性の確認方法として、下記提案の基礎資料を得た。
 - (1) 現行の『JSSC低層ビルシステム』の中層ラーメン構造への拡張
 - (2) 現行の設計上の技術的課題の整理
3. 現行法規上の規定はあるものの扱いが必ずしも明確でない、また学術上の見解が纏まっていない下記の技術的項目について、技術的背景と残された課題を調査した。
 幅厚比 横補剛 梁端設計法 合成梁・合成スラブ

< H21年度の課題 >

課 題	内 容
1. 簡易な耐震安全性の確認方法(中層ラーメン構造)	
(1) 『JSSC低層ビルシステム』の中層ラーメン構造への適用拡大	安全性確認の簡易システムの具体的検討と確立
(2) 現行の設計上の技術的課題の整理	技術課題(幅厚比、横補剛、梁端設計法、合成梁・合成スラブ)の合理的設計法の提示と申請書類の様式改良具体案の検討
2. 簡易な耐震安全性の確認方法(中層ブレース構造等)	ブレース構造への拡張の検討