

平成21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21年度調査報告

(株)大建設計

(社)日本鋼構造協会

(株)日本建築住宅センター

<調査項目>

鉄骨造建築物の基準整備に係る検討に際し、以下3つの課題毎に委員会を設置し、(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」(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

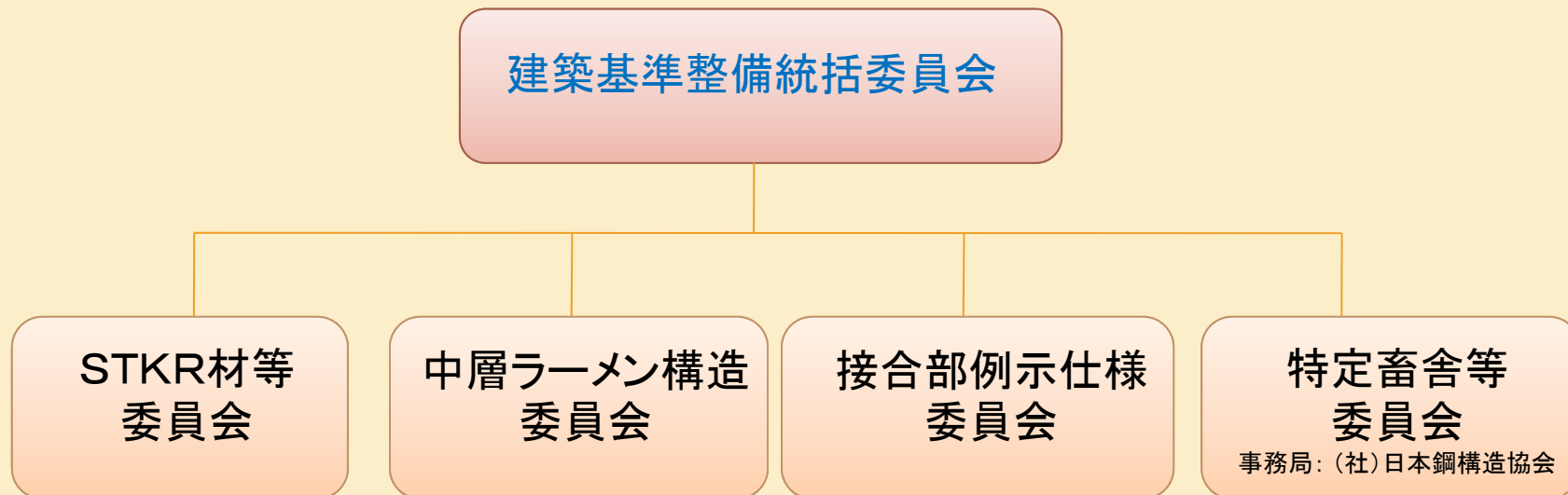
➡ 「(2) 中層ラーメン構造委員会」(事務局:(株)日本建築住宅センター)

(ハ) 接合方法の例示仕様の整備に関する検討

➡ 「(3) 接合部例示仕様委員会」(事務局:(株)大建設計)

＜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「建築基準整備統括委員会」を設置し、これらの調査を推進した。



平成21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の検討

(1) STKR材等委員会

(社)日本鋼構造協会

◆背景と目的

1. 背景

(1) 1977年、 $\square 200$ 以上のSTKR(ロールコラム)生産開始

(2) 2007年、「冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル」に準拠した設計法告示化:

STKR材を柱に用いた場合、柱頭・柱脚を除くすべての接点について柱はり耐力比1.5以上を満足する全体崩壊形のみ許容

→マニュアル設計に拠らない建築物の場合、増改築時に既存不適格のおそれ

(3) 2007年、幅厚比の当面の緩和値廃止

(4) 2000年、基準強度の告示改正によりSTKC材等、基準強度得られず

2. 目的

(1) STKR材、STKC材等の実態の明確化

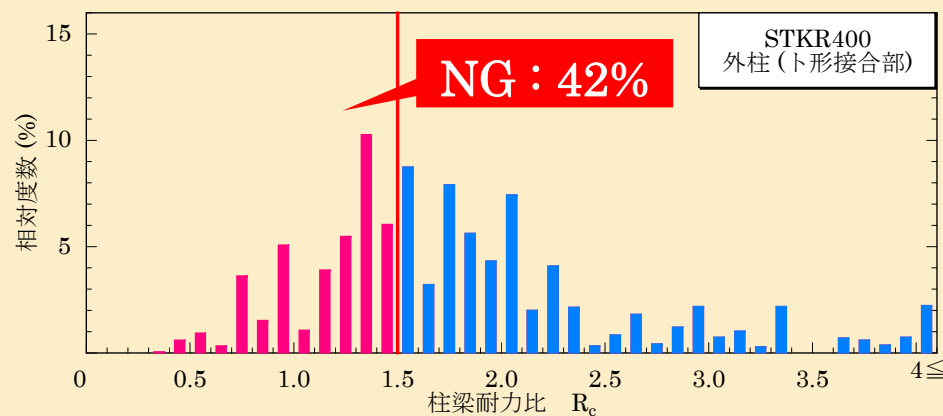
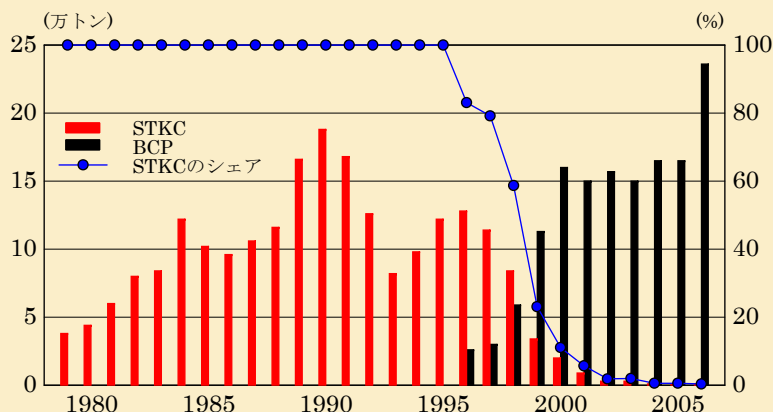
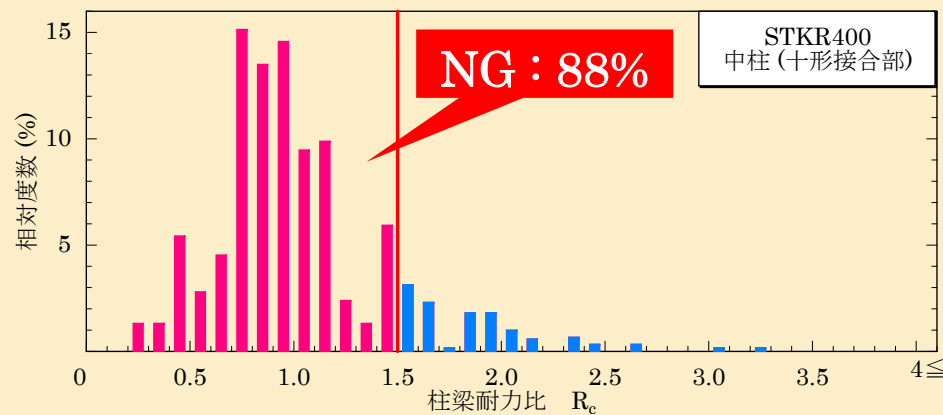
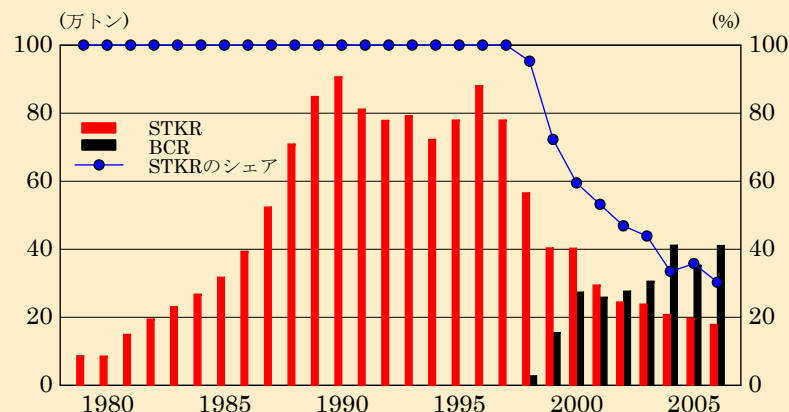
(2) STKR材を柱に用いた建築物の地震応答性状、塑性変形能力の確認

(3) STKR材を柱に用いた既存不適格建築物の補強方法の確立

(4) STKC材等の強度・変形性能の確認

◆ STKR材を柱に用いた建築物の実状調査

目的 STKR材, STKC材等の生産推移を明らかにする.
実在する中低層建築物の柱梁耐力比と幅厚比の実状を明らかにする.



結論 STKR材, STKC材等の生産推移

生産量: STKR材; 約900万トン(1989年以降), STKC材等; 約140万トン(1989~2000年)
柱梁耐力比: 中柱88%, 外柱42%がNG. 柱にSTKR材を用いていた建築物の87%がNGの柱を使用
梁フランジ幅厚比: 梁にSS400材を用いていた建築物の59%がFBの梁を使用

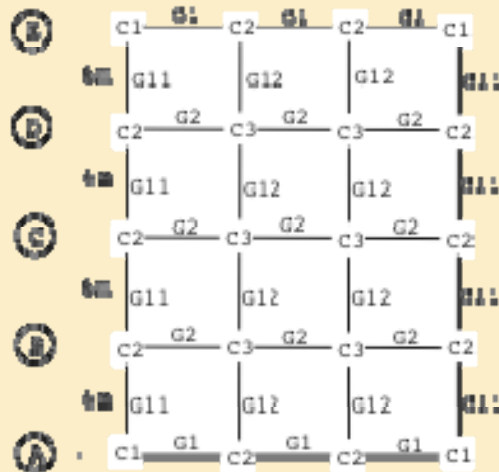
◆立体解析によるSTKR材を柱に用いた建築物の地震応答の評価

目的: STKR柱の地震時の損傷を明らかにするため、柱の損傷にとって厳しい条件となる45° 方向地震入力による立体骨組の地震応答解析を行ない、下記を検討

- (1) 0° 方向地震入力と45° 方向地震入力に対する骨組の応答と損傷を比較
- (2) 45° 方向の立体解析を平面骨組モデルで簡易に行なう手法の検討

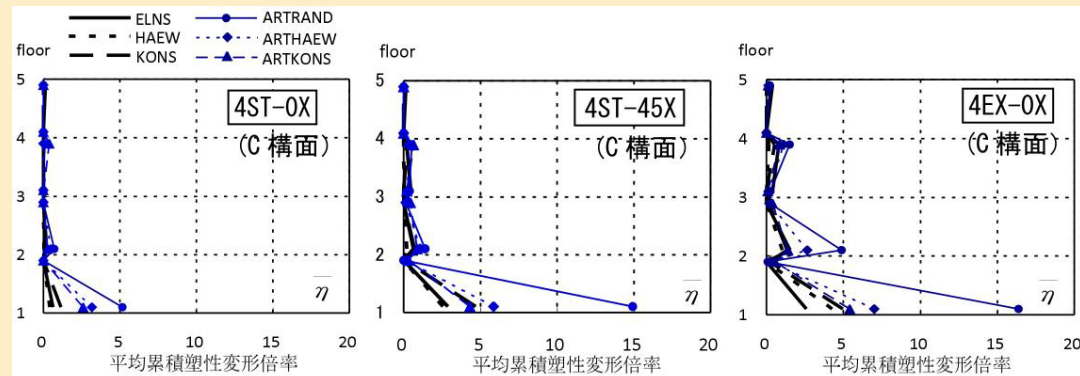
4層建物の解析結果の一例:

立体骨組0° 入力(4ST-0X)、立体骨組45° 入力(4ST-45X)、45° 入力想定モデル(4EX-0X)、の柱損傷の比較



解析対象建物の床伏図

45° 方向からの地震入力



結論:

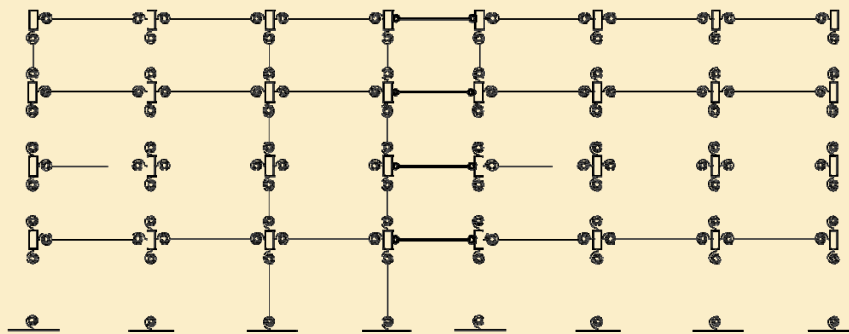
(1) 45° 方向地震入力では、0° 方向入力に比べ、柱の損傷が2~3倍程度大きくなり、逆に、梁、パネル損傷が小さくなる。

(2) 提案した45° 方向想定モデルを使って、平面骨組解析によって立体骨組の45° 方向の解析結果を予測可能。

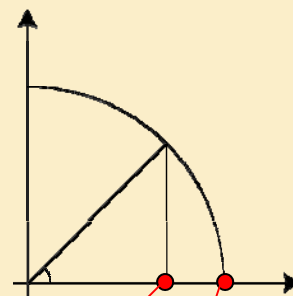
◆STKR柱を用いた鋼構造建築物の地震応答に及ぼす地震入力方向と部材復元力特性の影響

STKR柱の損傷に及ぼす下記の因子の影響を検討(平面骨組解析による)

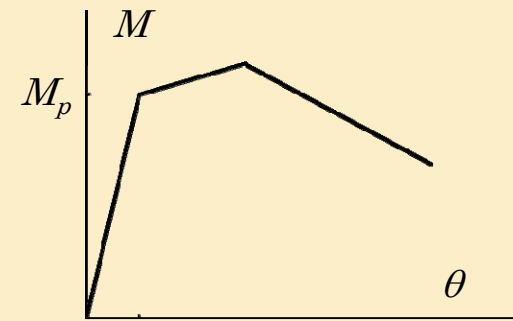
- (1)地震入力方向(0° 方向 / 45° 方向) → 節点塑性モーメントが1.0を下まわると柱に損傷が集中する.
- (2)鋼材の降伏応力(実勢値 / 公称値) → STKR材の降伏応力の実勢値は, 公称値の1.5倍であり, 柱の損傷が抑制される.
- (3)床スラブの合成効果 → 0° 方向では接合部パネルが損傷し, 45° 方向では柱が損傷するため, 床スラブの合成効果を考慮した場合と無視した場合で応答に差が生じない.
- (4)柱の付加軸力 → 付加軸力の有無で, 応答に差が生じない(最下層の柱脚を除く).
- (5)部材の復元力特性(bi-linear型 / 局部座屈による劣化を考慮したtri-linear型)
→ 2次設計用地震荷重相当の入力レベルをこえる超大地震に対して, 幅厚比の大きい柱に劣化挙動が生じ, 特定の層に損傷が集中する.



解析モデル



45° 入力時の M_p 0° 入力時の M_p



tri-linear 復元力特性

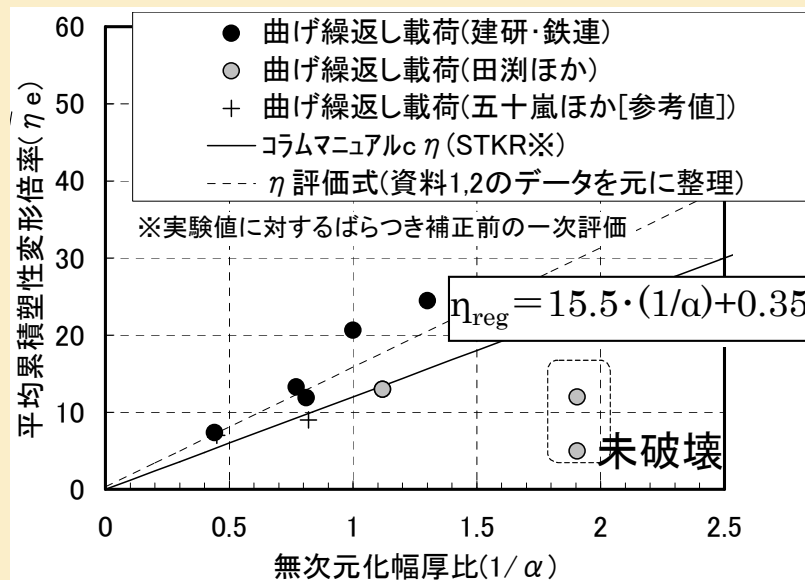
◆STKR柱部材及び接合部パネルの塑性変形能力の検討

目的: 既存建物の柱材として使用されるSTKR材の保有性能を明確化するため、下記項目について繰返し載荷実験に関する既往研究を整理した。

(1) 柱部材の塑性変形倍率の保有性能

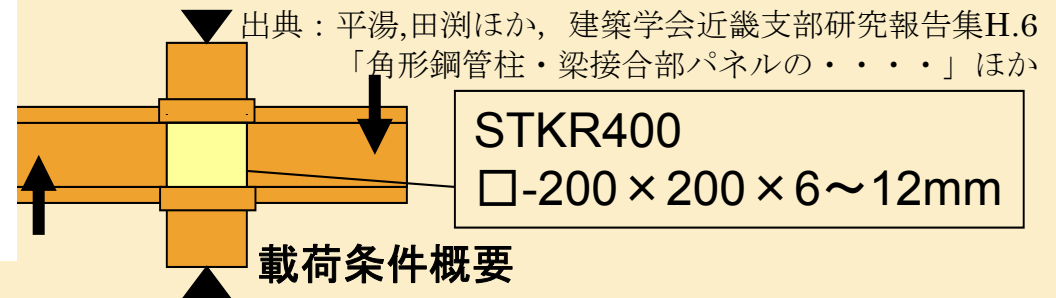
(2) 柱梁接合部パネルの塑性変形倍率の保有性能

柱部材の累積塑性変形倍率



柱梁接合部パネルの繰返し載荷実験結果(一例)

NO	D/t	軸力比	η_{e_p}	μ_{e_p}
BX17N-1	16.7	0.0	70以上	39以上
BXW-12A/0.2	16.7	0.2	—	38.9
BXW-6B/0.2	33.3	0.2	—	20.8
BXW-6B/0.4	33.3	0.4	—	4.3



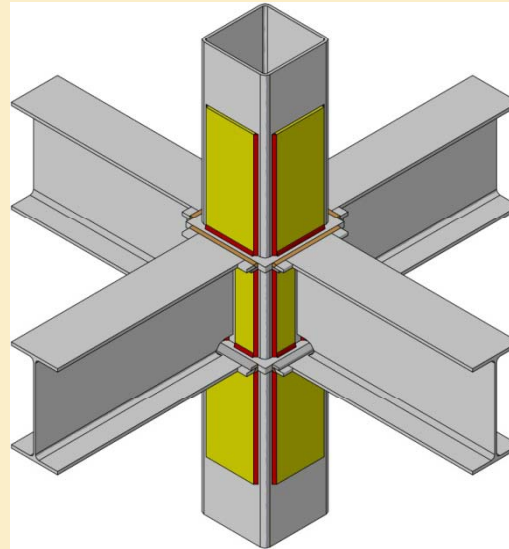
結論:

- (1) 柱: 保有性能としての累積塑性変形倍率の評価式(最小二乗法による平均評価)を提示。
- (2) 接合部パネル: 幅厚比や軸力の影響を調査し、塑性変形能力の保有値を概ね把握。

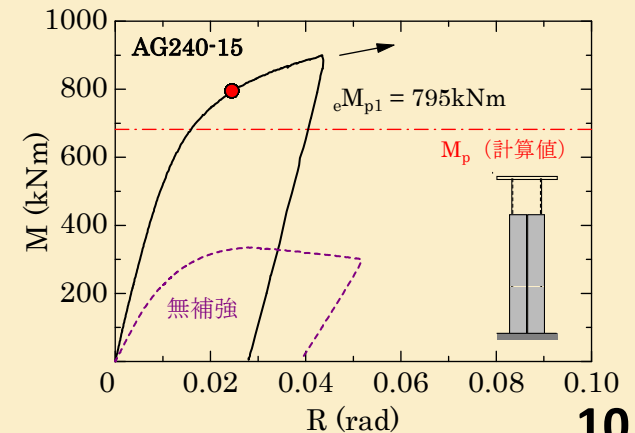
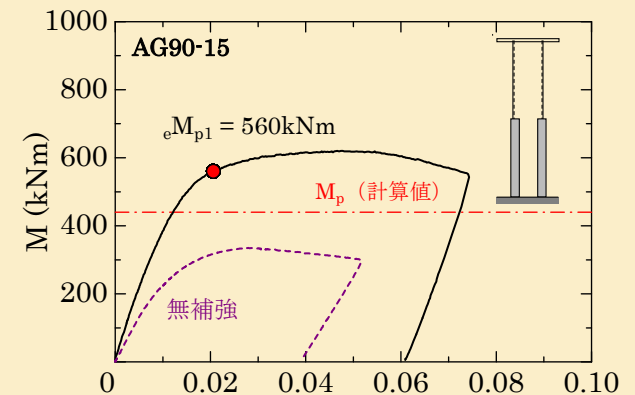
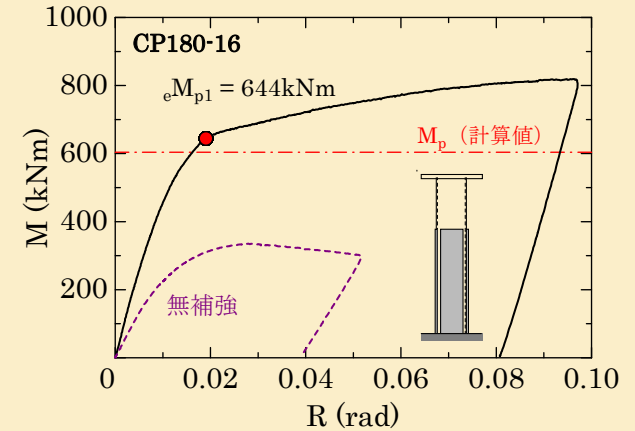
◆ STKR 柱の補強効果に関する実験

鋼板による補強:

- ・ 鋼板による補強で無補強柱の約2倍まで全塑性曲げ耐力は増加し, 十分な補強効果が得られた.
- ・ 下記の範囲で鋼板補強材は全断面有効であることを確認した.
板厚: 鋼管厚の0.5~2倍
板幅: 鋼管平板部の0.5倍以上

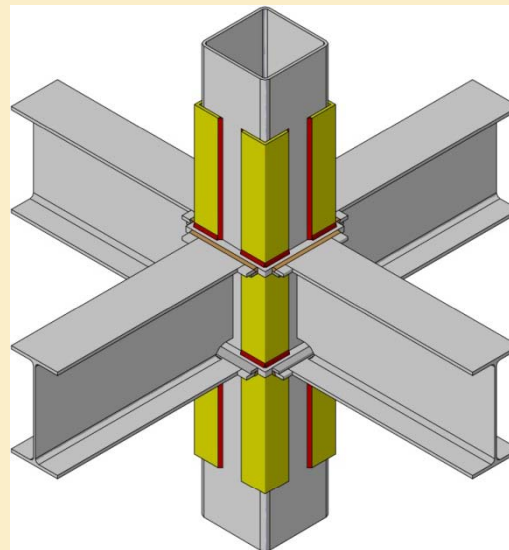


鋼板による補強



山形鋼による補強:

- ・ 山形鋼による補強で無補強柱の約2.4倍まで全塑性曲げ耐力は増加し, 十分な補強効果が得られた.
- ・ 下記の範囲で山形鋼補強材は全断面有効であることを確認した.
板厚: 鋼管厚の1~2倍
板幅: 鋼管平板部の0.4~1倍

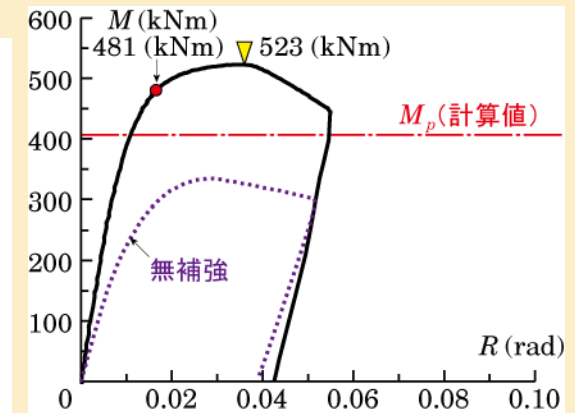
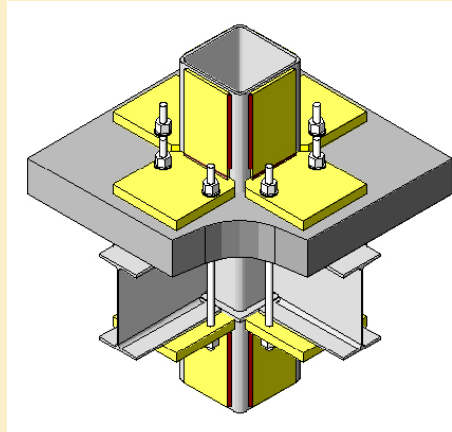


山形鋼による補強

◆STKR柱の補強効果に関する実験

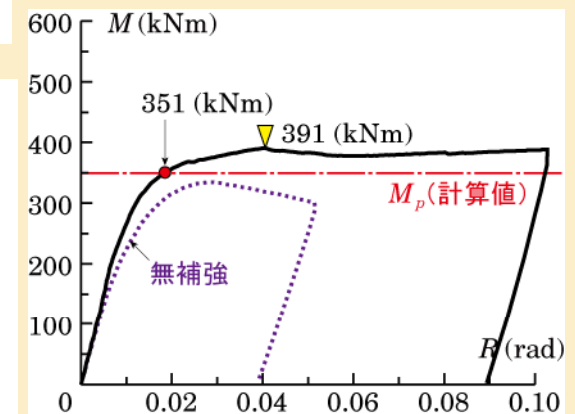
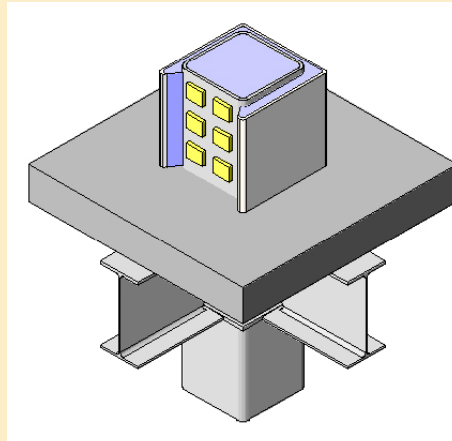
鋼板とPC鋼棒による補強:

- ・ リブを設けることで, 全塑性耐力と塑性変形能力の向上が見込める.
- ・ PC鋼棒定着部の設計法を構築.



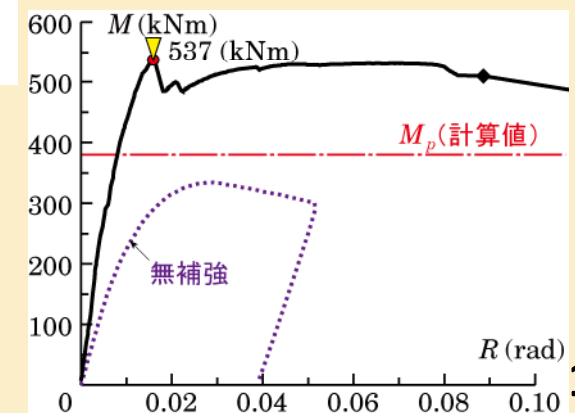
コンクリート充填による補強:

- ・ 全塑性耐力が2割程度向上.
- ・ 塑性変形能力は大幅に向上.



根巻きによる補強:

- ・ 中立軸深さの増大によって, コンクリート充填による補強に比べて全塑性耐力の増加率が大きい.
- ・ 引張側のフランジの歪が増加 (引張側フランジの破断の危険性増大).



◆STKC材等を柱に用いた既存建築物の耐震性評価法(時刻歴応答解析)

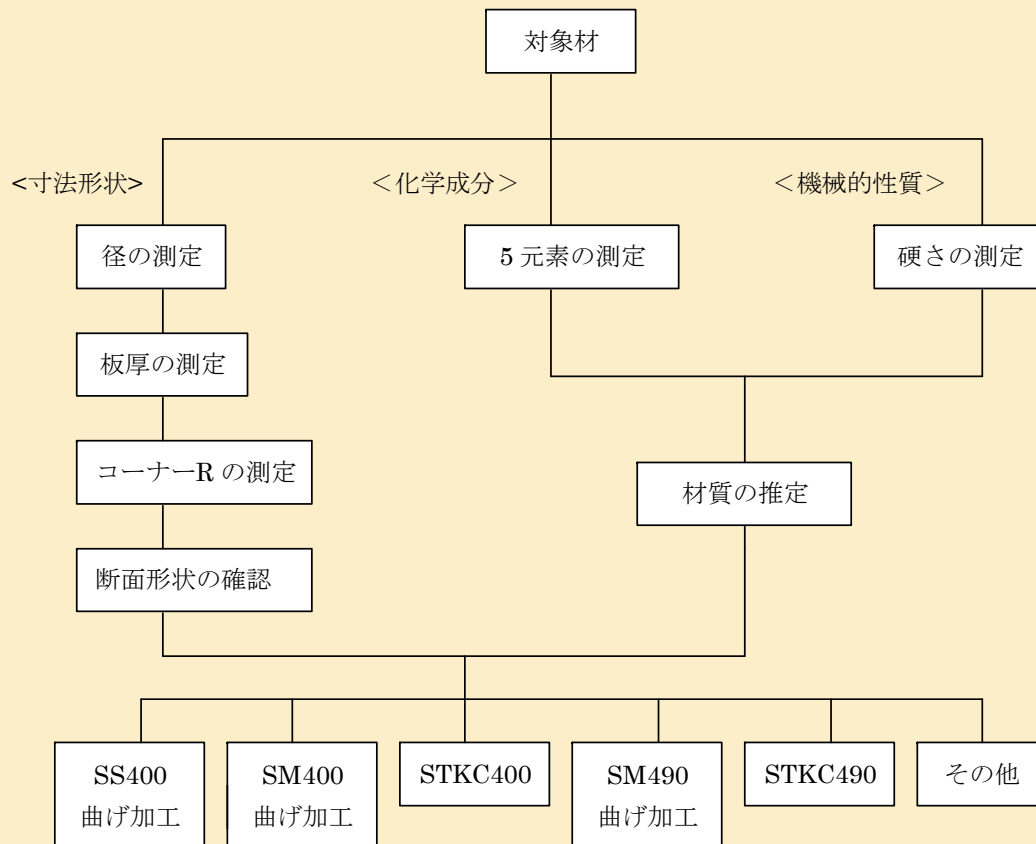


表 鋼種別材料強度

鋼種	SS400	SM400	STKC400	SM490	STKC490
材料強度 (N/mm ²)	235	235	235	325	325
				t>16 315	t>16 315

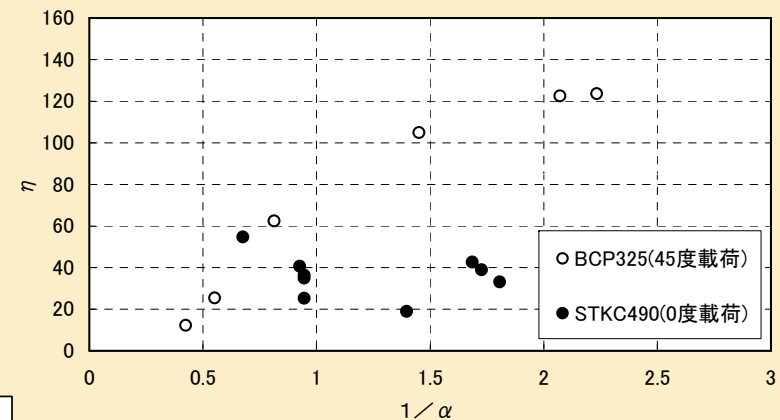


図 累積塑性変形倍率

◆まとめと今後の課題

1. まとめ

- (1) STKR材を用いた建築物について、増改築時既存不適格になる恐れにある建築物が相当数あることが改めて確認された。
- (2) 今回検討した補強方法がそれぞれ有効であることが確認できた。
 - ①鋼板、②山形鋼、④PC鋼棒と鋼板、コンクリート充填・根巻
- (3) STKC材等の材料強度、変形性能を調査した。

2. 今後の課題

- (1) 各補強方法について追加実験、柱はり接合部としての性能確認
- (2) 各補強方法の設計法・施工法の確立
- (3) 設計・施工マニュアルの作成、普及

平成21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) 中層ラーメン構造委員会

(株)日本建築住宅センター

＜調査の目的＞

中規模鉄骨造建物(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)で、形状がほぼ整形であるものなどの一定の基準化が可能な建築物について、より簡単な安全性の確認方法を主体に、付帯する課題についても調査・検討する。

中層ラーメン委員会 H21年度調査実行計画	スケジュール					
	H20 年度	H21年度				H22 年度
		1Q	2Q	3Q	4Q	
◆ 1. 現状分析						
1. 構造設計及び構造躯体の実態調査 (アンケート)						
2. 構造計算適合性判定審査の実態調査 (ヒヤリング)						
◆ 2. 簡易な安全性の検証方法提案＜各部構造設計の安全性検証方法の検討＞						
1. 技術課題の整理 (現状の技術動向調査と課題の抽出)						
2. 個別課題(幅厚比,横補剛,梁端設計法,合成梁/合成デッキ)の検討						
3. 安全性検証方法の検討と技術資料整備						
◆ 3. 簡易な安全性の検証方法提案＜耐震計算ルートの新たな安全性検証方法の検討＞						
1. 現行法体系の整理						
2. 簡略設計法と安全性検証法の検討と技術資料整備						
◆ 4. 付帯する課題の検討＜2方向 (45度方向) 入力に対する安全性の検討＞						
1. 露出型柱脚の45度方向載荷実験(パイロットテスト)						
2. 地震応答解析(平面及び立体) による課題抽出と安全性の検証						
◆ 5. 将来調査すべき課題のリストアップと検討						
1. 次年度以降の課題の設定						

◆ 1. 現状分析

本調査に先立ち、検討対象として想定すべき中規模鉄骨造建物の構造設計法、構造躯体、及び構造計算適合性判定審査の一般像・特徴を明確にする目的で以下の実態調査を行った。

(1) 構造設計法・構造躯体の実態調査

- ・・・(社)日本建築構造技術者協会の協力を得て、2008年の設計事例を対象とするアンケート調査を実施(H20年度)
H21年度はアンケートの回収及び結果の分析を実施

(2) 構造計算適合性判定審査の実態調査

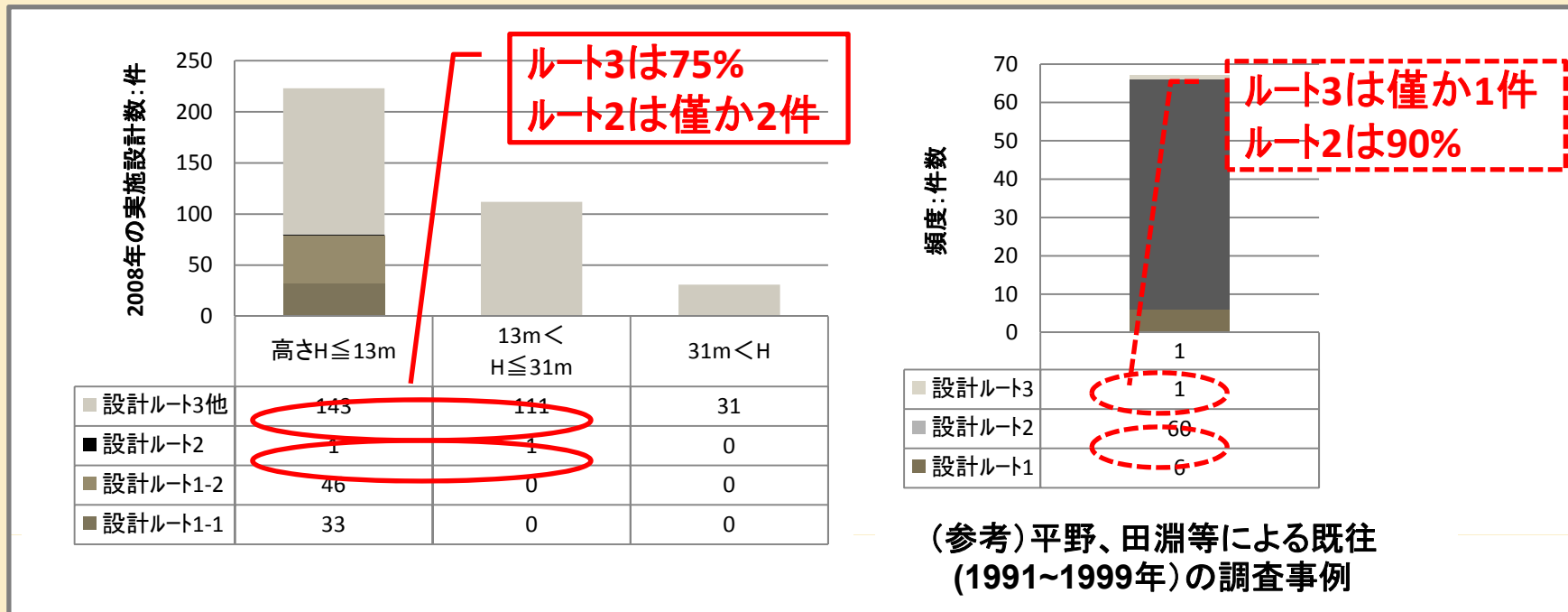
- ・・・指定構造計算適合性判定機関に対し、指摘-応答事例を主体にヒヤリング調査を実施(H20年度)

◆ 1. 現状分析

— 耐震計算ルート的一般像・特徴 —

耐震計算ルート2の適用率は、全体の0.6%(2件/335件)と僅かで、ルート3の適用率が75%(254件/335件)と高い。

<理由>ルート2は幅厚比制限(種別FAランクのみ)があるため



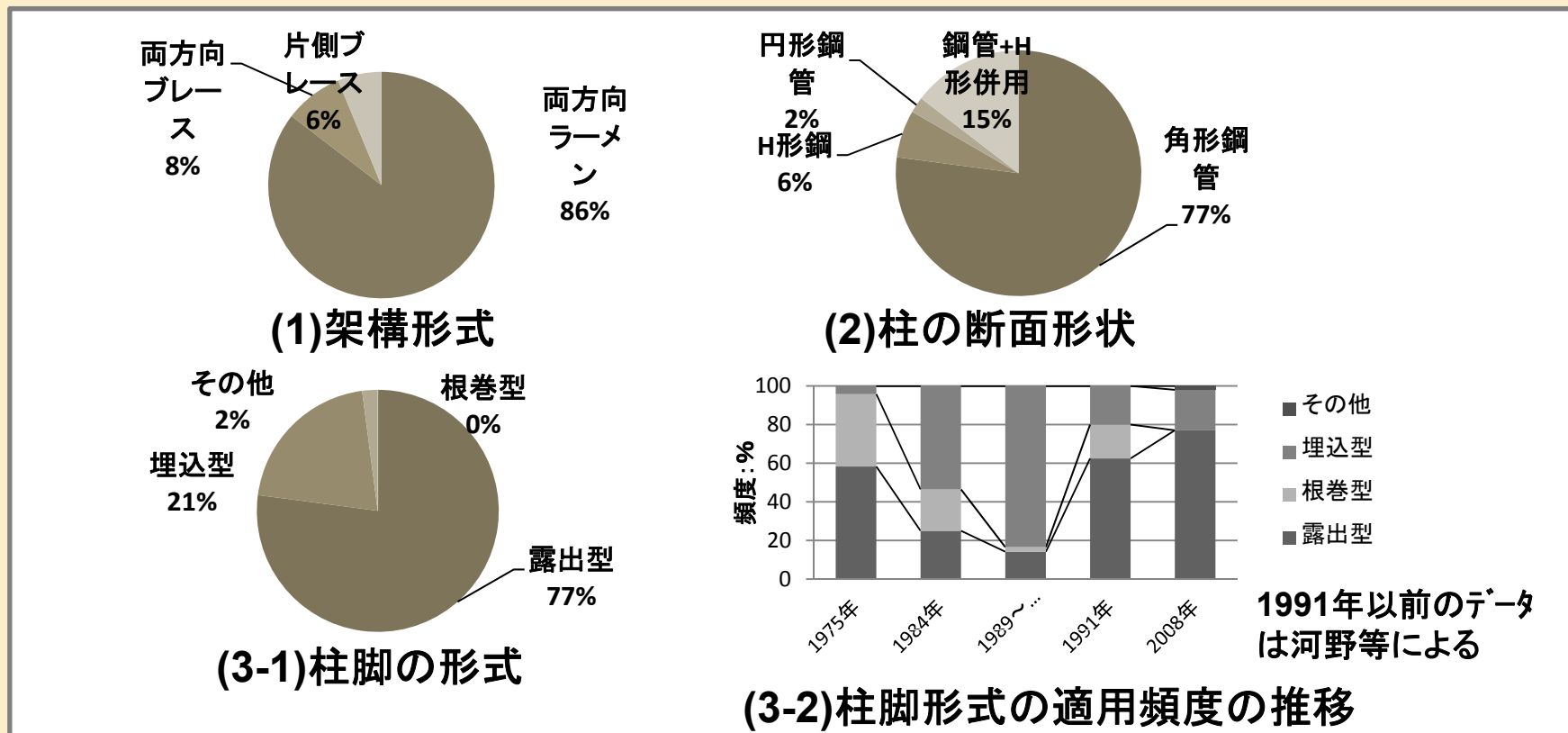
◆1. 現状分析

— 構造躯体の一般像・特徴 —

* 既往の調査結果と同様、柱は角形鋼管の両方向ラーメンが一般的

* 既往の調査と異なり、柱脚は露出型が一般的

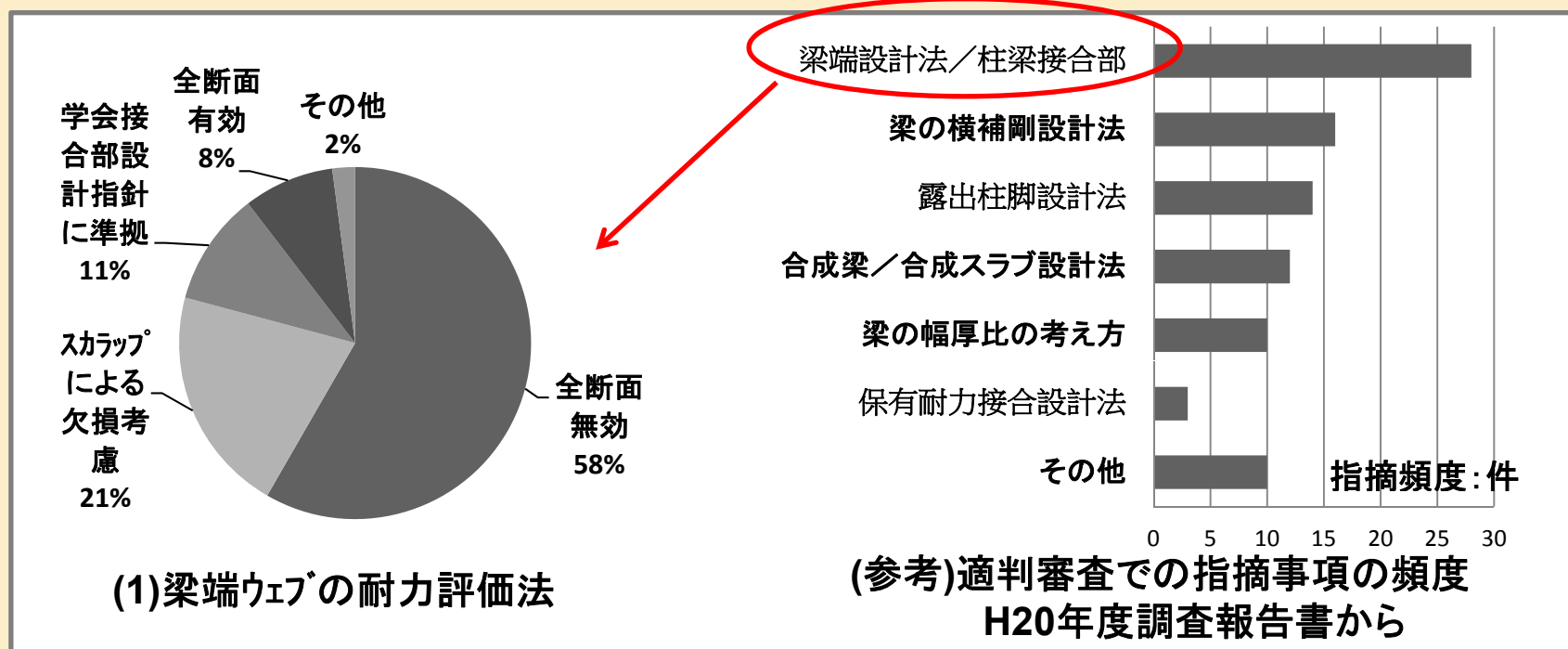
<理由>露出型柱脚が建築計画上のメリットに加え、設計が容易な市販の認定品である既製品が普及している事による。



◆ 1. 現状分析

— 各部構造設計の一般像・特徴 —

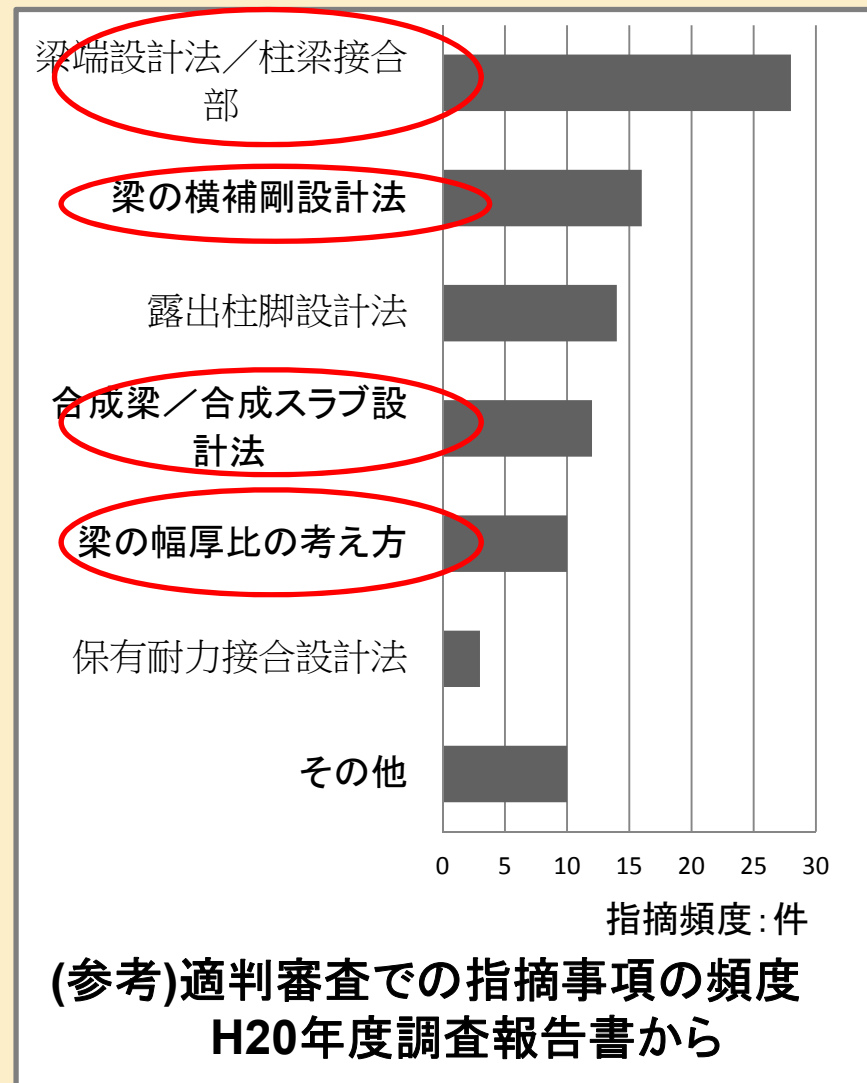
各部構造設計のうち、現行法規上の規定はあるもののその扱いが必ずしも明確でない、または学術上の見解が纏まっていない事項(『梁端設計法』、『梁の横補剛』、『合成梁/合成スラブ』、『梁の幅厚比(部材ランク)』)については、設計者の判断もまちまちで、これらは適判審査の指摘事項として高い頻度で取り上げられている項目と良く対応する。



◆2. 簡易な安全性の検証方法 —各部構造設計の安全性検証方法の提案—

右図に示す調査結果を参考に、指摘頻度の高い下記4項目について構造設計側及び適判審査側双方に参考となる簡易な安全性の検証方法を検討する。

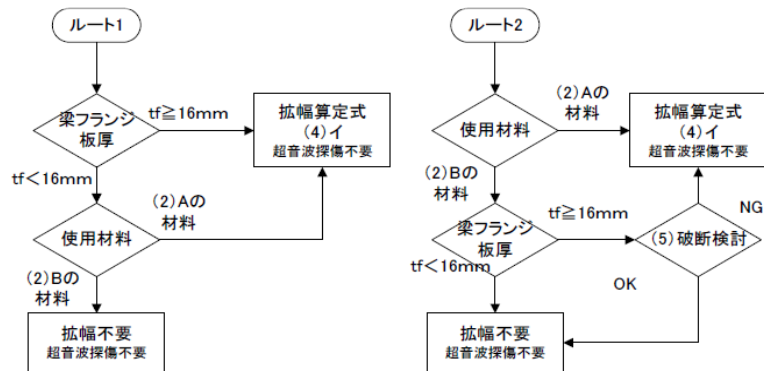
- * 梁端設計法
- * 梁の横補剛設計法
- * 梁の幅厚比(部材ランク)の算定法
- * 合成梁／合成スラブ設計法



◆2. 簡易な安全性の検証方法 —各部構造設計の安全性検証方法の提案—

<梁端設計法>

設計者が安全性の検討を行う上での基本的考え方及び検討手法を漏れの無いよう提示する事により、過度なあるいは間違った設計を排除する事を基本方針とした。



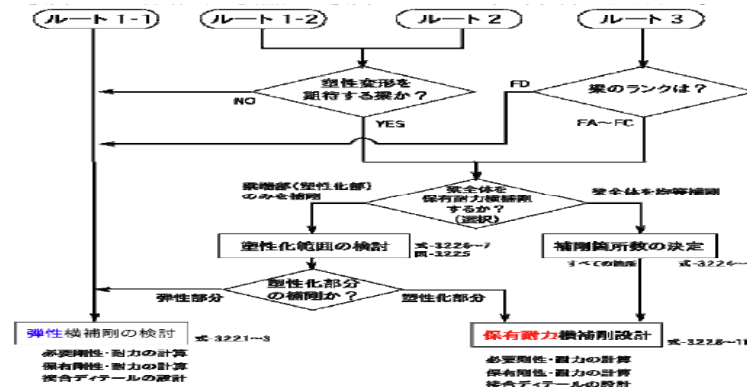
(4) 拡幅設計と梁端破断検討法

$$I: b \geq t_w (H - 2t_f)^2 / \{8 t_f (H - t_f)\}$$

H: 梁せい、 t_w : 梁ウェブ板厚、 t_f : 梁フランジ板厚、 b : 片側の拡幅幅
 拡幅部のウェブを無視した塑性断面係数が拡幅なしの全断面有効とした塑性断面係数以上

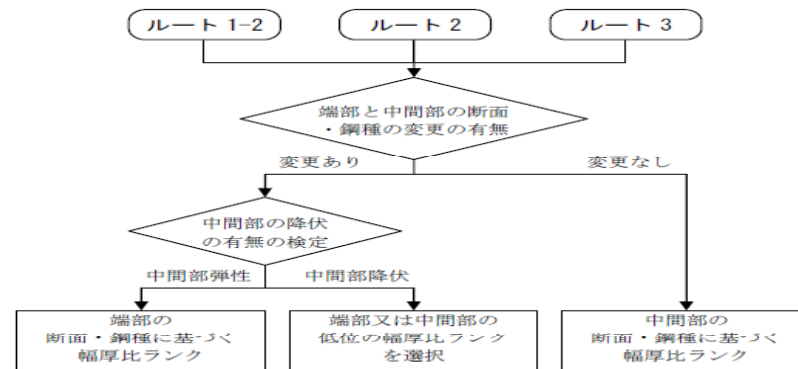
ルート1及びルート2の設計フローチャート

<梁の横補剛設計法>



設計フローチャート

<梁の幅厚比評価法>



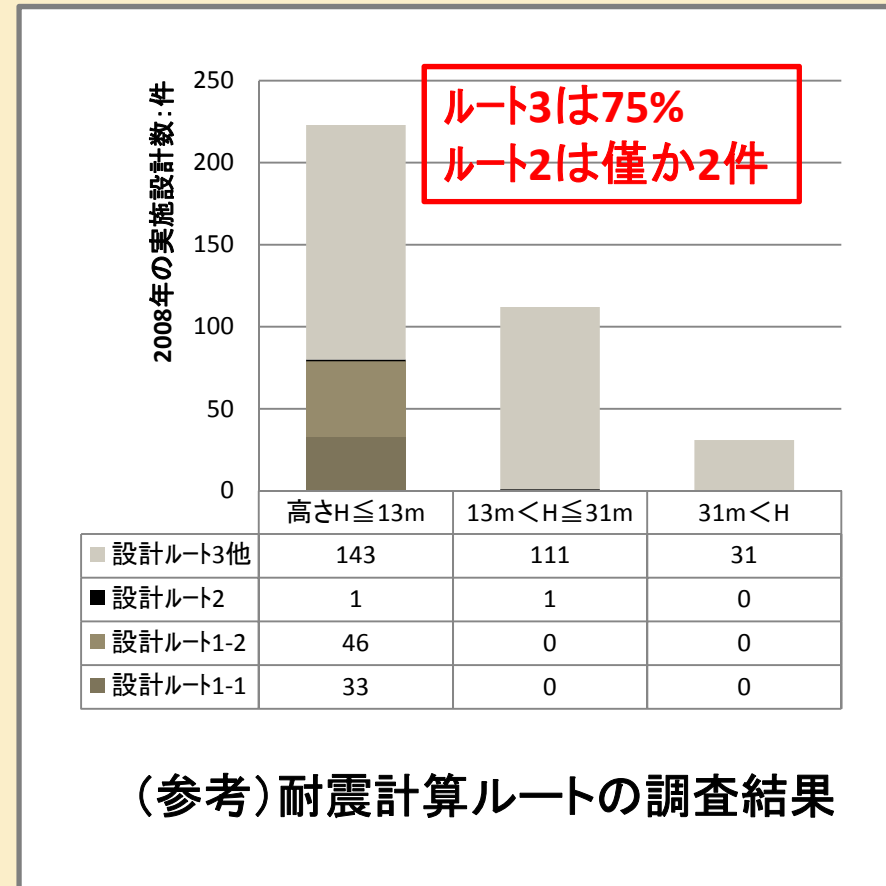
設計フローチャート

◆2. 簡易な安全性の検証方法

—耐震計算ルートの新たな安全性検証方法の提案—

右図に示す調査結果を参考に、現行規定の2次設計を代替するような新たな計算ルートを付加することについて、どのような条件であれば新たなルートを付加することが有益であるか検討し、下記の新たな安全性検証方法について基礎資料を整備した。

- * ルート1の計算方法の中層ラーメン構造(4~6階)への適用拡大
- * ルート2の構造規定(部材ランク)の適用拡大



◆2. 簡易な安全性の検証方法

—耐震計算ルートの新たな安全性検証方法の提案—

＜ルート1に付加する安全性の検証方法＞

- * 目的: 現行のルート1の計算方法を、4~6階程度の中層建物へ適用拡大する。
- * 検討方法: 下記に示す2~6層の建物の48ケースの試設計を行い、層間変形角、保有水平耐力等を比較検討し、解析的に耐震性を照査する。

＜解析条件＞

CaseA: ルート3、 $C_o=0.2$ 、層間変形角 $\leq 1/200$

CaseB: ルート1、 $C_o=0.3$ 、層間変形角制限無
(部材はルート3で決定)

CaseC: ルート1、 $C_o=0.3$ 、層間変形角制限無

＜試設計条件＞

		階数			
		2	3	4	6
柱間隔 とスパン	6m×6m : 2スパン	●	●	●	●
	6m×6m : 3スパン	●	●	●	●
	6m×8m : 2スパン	●	●	●	●
	6m×8m : 3スパン	●	●	●	●

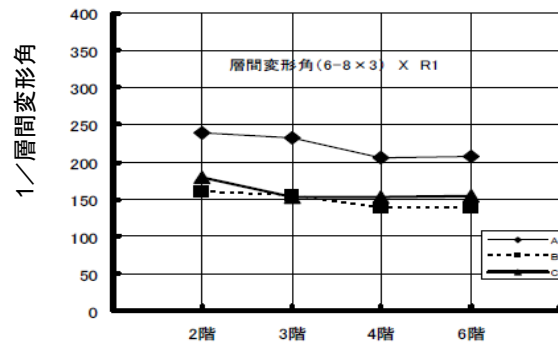
◆2. 簡易な安全性の検証方法

—耐震計算ルートの新たな安全性検証方法の提案—

＜ルート1に付加する安全性の検証方法＞

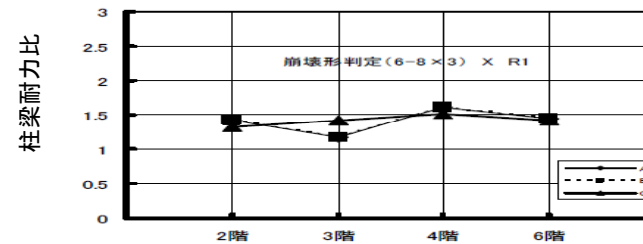
1. 層間変形角

ルート1で設計しても $\leq 1/200$ は満たす。



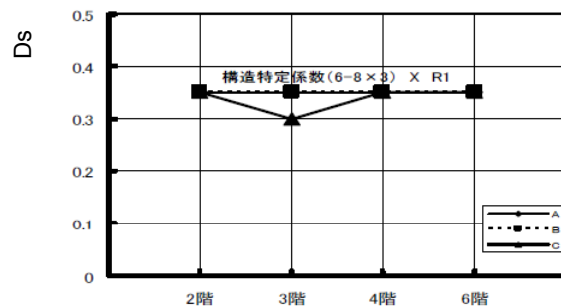
2. 崩壊形

崩壊形の規定(≥ 1.0)は満足するが、柱梁耐力比を規定していない場合、層崩壊の可能性も考えられる。



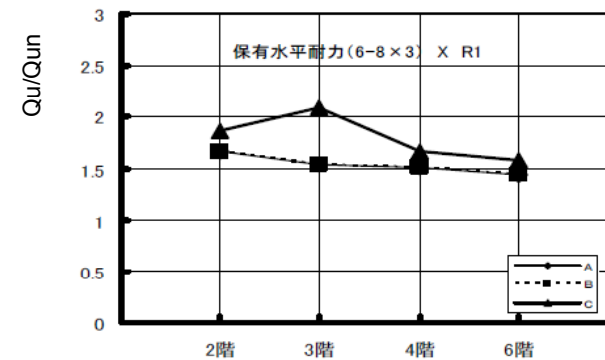
3. 構造特性係数

ルート1及びルート3共に $D_s=0.3$ を上回った。
階数、スパンが大きくなれば $D_s=0.35$ に近づく。



4. 保有水平耐力

ルート1の設計法は十分な耐震安全性を有する



(試設計48例の範囲で)

◆2. 簡易な安全性の検証方法

—耐震計算ルートの新たな安全性検証方法の提案— ＜ルート2に付加する安全性の検証方法＞

- * 目的: 現行のルート2 (FA部材限定) の構造規定のうち、部材ランクをFB, FCランクまで適用拡大する。
- * 検討方法: 下記に示す2~6層の建物の48ケースの試設計を行い、一次設計における地震時応力割増($\alpha=1.3$)の計算により、耐震安全性が確保できるか解析的に照査する。

<解析条件>

- CaseA: ルート3、 $C_o=0.2$ 、層間変形角 $\leq 1/200$
- CaseB: ルート2 (FA限定)、 $C_o=0.2$ 、層間変形角 $\leq 1/200$
柱梁耐力比 ≥ 1.5
- CaseC: ルート2 (FD除く)、 $C_o=0.2$ 、層間変形角 $1/200$
一次設計地震時応力割増($\alpha=1.3$)

<試設計条件>

		階数			
		2	3	4	6
柱間隔 とスパン	6m×6m : 2スパン	●	●	●	●
	6m×6m : 3スパン	●	●	●	●
	6m×8m : 2スパン	●	●	●	●
	6m×8m : 3スパン	●	●	●	●

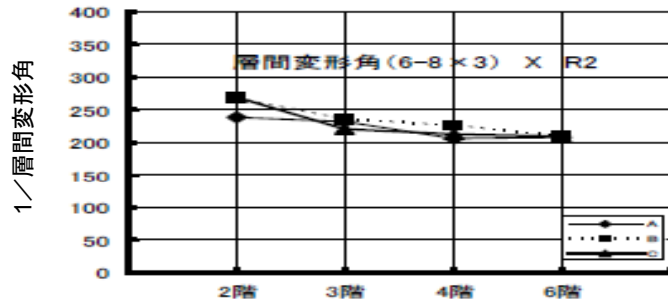
◆2. 簡易な安全性の検証方法

—耐震計算ルートの新たな安全性検証方法提案—

＜ルート2に付加する安全性の検証方法＞

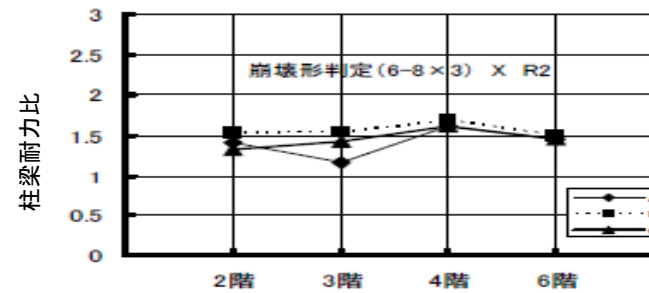
1. 層間変形角

部材断面は層間変形により決定される。
ルート2(応力割増)はルート3と同じ傾向を示す。



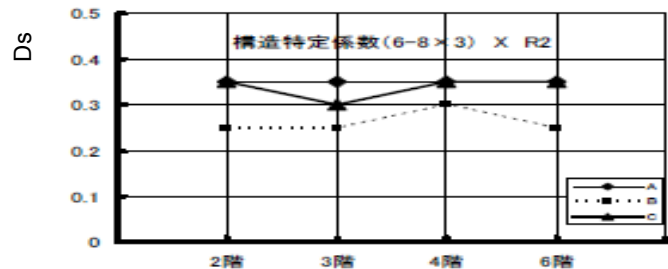
2. 崩壊形

ルート2(応力割増)はルート3と同じ傾向を示す。



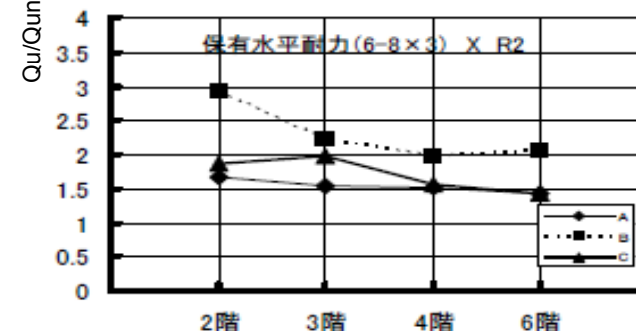
3. 構造特性係数

ルート2(応力割増)及びルート3共に $D_s=0.3$ を上回る。
階数、スパンが大きくなれば $D_s=0.35$ に近づく。



4. 保有水平耐力

ルート2(応力割増)でも $Q_u/Q_{un} \geq 1.0$ で、ルート3の設計と同様の結果が得られる。



(試設計48例の範囲で)

◆4. 付帯する課題

—2方向(45度方向)入力に関する安全性の検討—

* 目的: 中層鉄骨造建物で最も多く採用されている露出型柱脚を対象に、45度方向地震入力に対する構造的な課題を抽出し、安全性に必要な規定／設計法を提案するための基礎資料を得る。

* 検討内容:

- (1) 載荷実験による露出型柱脚の基本的力学性状の把握
- (2) 平面骨組みの地震応答解析による露出型柱脚に要求される塑性変形性能の検討
- (3) 立体地震応答解析による露出型柱脚を有する中低層建物の耐震性能の検討

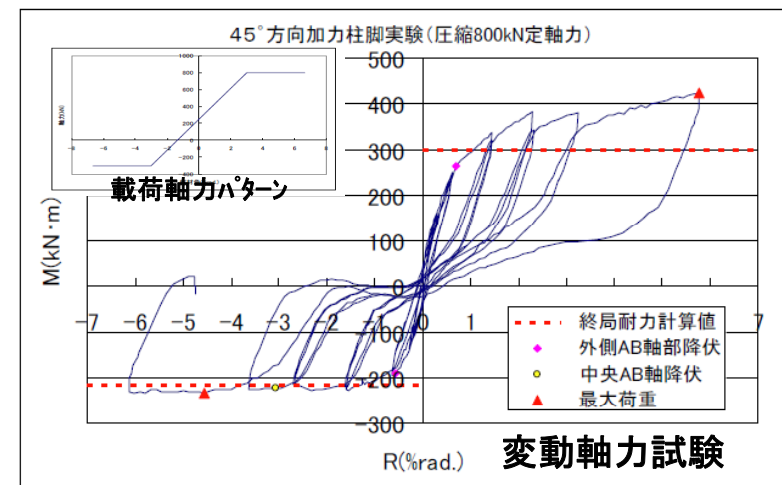
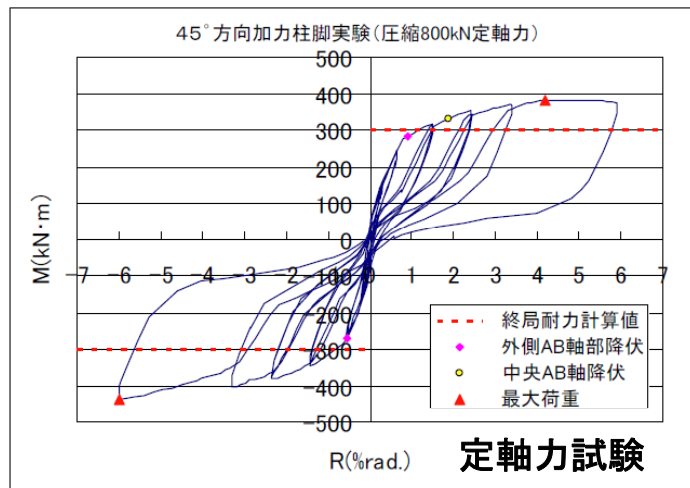


◆4. 付帯する課題

—2方向(45度方向)入力に関する安全性の検討結果—

1. 露出型柱脚の載荷実験

- * 引張り軸力が作用する場合はアンカーボルトに大きな変形能力が必要
- * 終局曲げ耐力は構面内の耐力評価法と同じ仮定に基づき評価できる



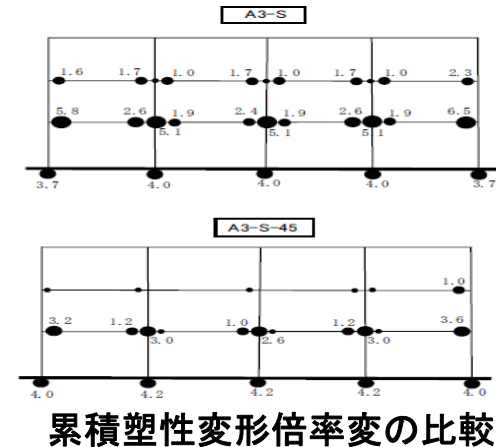
◆4. 付帯する課題

—2方向(45度方向)入力に関する安全性の検討結果—

2. 平面骨組みの地震応答解析による柱脚に要求される塑性変形性能

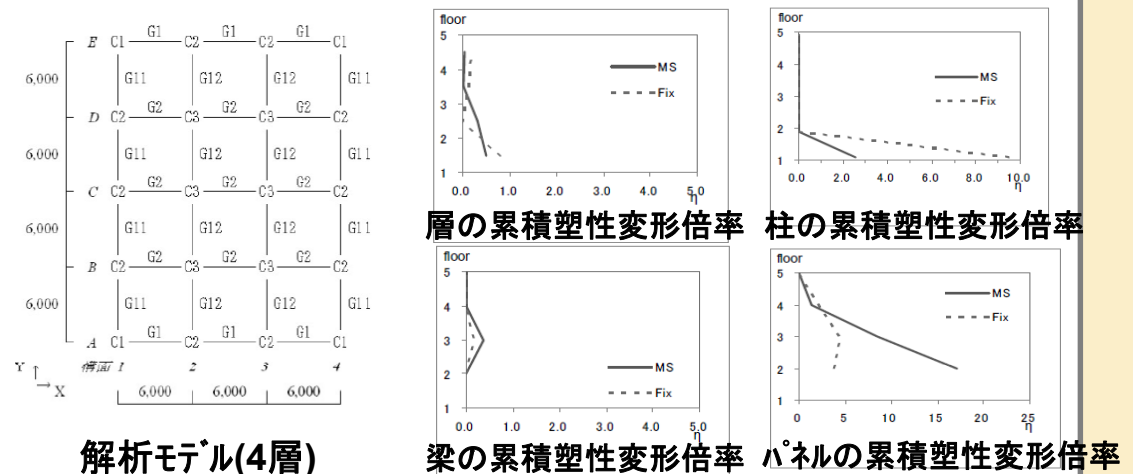
* 応答変形に関して、45度方向入力と0度方向入力の解析結果に顕著な差はない。

* 累積塑性変形倍率に関して、45度方向入力は0度方向入力の解析結果に比べ、梁、パネルの損傷が小さいが、1層の柱の塑性化が早く、露出柱脚の最大塑性回転角も2~3割程度大きい。



3. 立体地震応答解析による中低層建物の耐震性能の検討

* 累積塑性変形倍率に関して、平面骨組みの応答解析結果と同様な傾向を示す。



◆5. 将来検討すべき課題—一次年度以降の検討課題—

年度以降で調査検討すべき課題として、

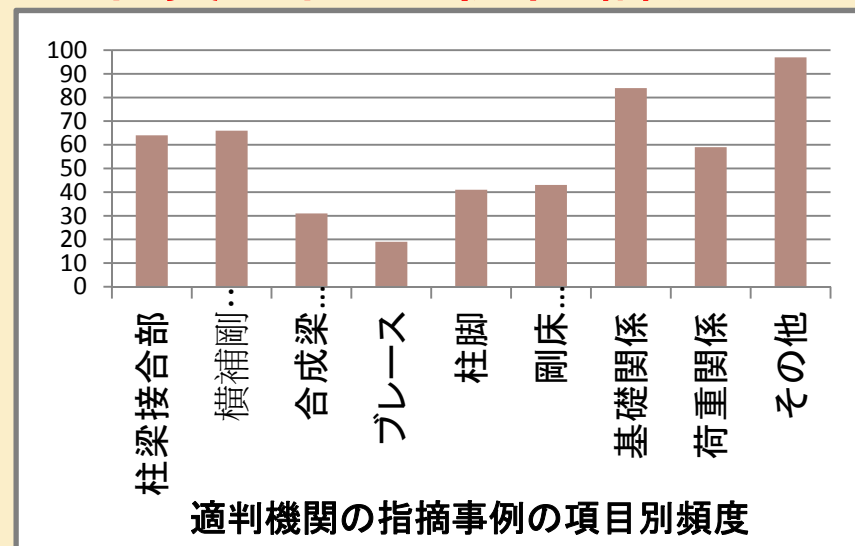
(1)『ブレース構造』:

適判機関の指摘事例分析より(右図)

(2)『CFT構造』:

専門技術的な知識の普及と最近の技術的進歩に対応した新たな技術基準の制定が必要との観点から

を取り上げる。



<「中層ラーメン構造委員会」のH21年度調査結果の纏め>

- (1) 設計事例、適判審査応答事例を調査・分析し、中層鉄骨造建物の一般像・特徴を明確にした。
- (2) 各部構造設計の「幅厚比」「横補剛」「梁端接合部」「合成梁／合成スラブ」について簡易な安全性の検証方法提案のための基礎資料を整備した。
- (3) 耐震設計ルート1及びルート2の適用拡大について検討し、簡易な安全性の検証方法提案のための基礎資料を整備した。
- (4) 2方向(45度方向)入力に対する露出型柱脚の基本的課題と骨組みの基本的な地震応答特性を把握した。

平成21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
(ハ)接合方法の例示仕様の整備に関する
調査委員会

(3)接合部例示仕様委員会

(株)大建設計

<背景と目的>

◆柱梁接合部で平面的に梁が直交して立面的に柱と梁が直交する場合は設計者が既に普及している標準ディテールを想定して設計している

→実験により力学的な検証がなされ、設計指針などに反映されている

◆柱と梁が部材が直交しない場合、代表的でない接合部については設計者が参考となるディテールを探して個々に設計している

→実験により力学的な検証がなされていない

→工場や現場での溶接施工が困難である場合が多い

→超音波検査が難しい場合が多い

→必要な接合部性能を満足していない可能性があり、問題点である

<背景と目的>

■平成21年度

本調査では、上記の問題点を解決するために中小規模の建築物を対象に**接合部の実例を調査**し、あわせて接合部設計における設計上の留意点を検討した。また、多種多様な接合部の仕分けを行い、類型化を行った。これらの作業から、設計時に役立つ標準的な接合部ディテールを提示するための基礎資料を蓄積することを本プロジェクトの目的としている。

■最終目的

設計者が有効活用できる**標準ディテール集**の作成を目指す
←力学的な裏付けが不明なものは実験で検証する

< 工程計画 >

調査検討項目	工程				
	平成21年度			平成22年度	平成23年度
	2Q	3Q	4Q		
接合部実施設計例の調査	—————				
設計例の分析と類型化		—————			
接合部の標準化		—————			
実験による安全性の検証				—————	
標準詳細図の作成				—————	
接合部マニュアルの作成				—————	
普及活動					-----

◆実施設計例

調査番号4

建物用途 事務所

◆セットバック部のディテール

◆本例は柱脚部固定

→ブラケットを設ける

→工場製作となる

→剛性が高い

(ピン接合の場合もある)

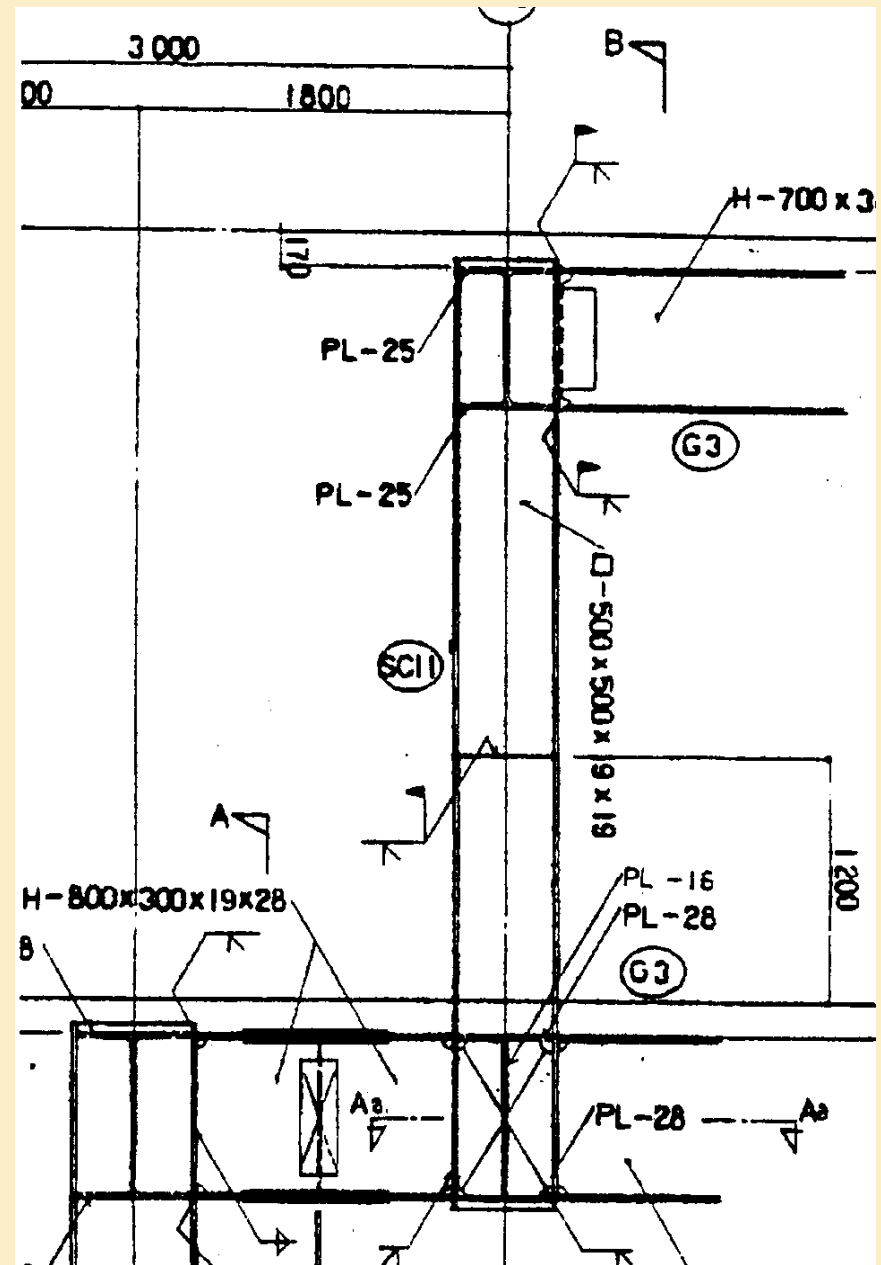
◆柱通し

→梁通しの場合もある

◆柱上部は現場接合

◆梁建て込み時の吊り位置

→偏心に留意が必要

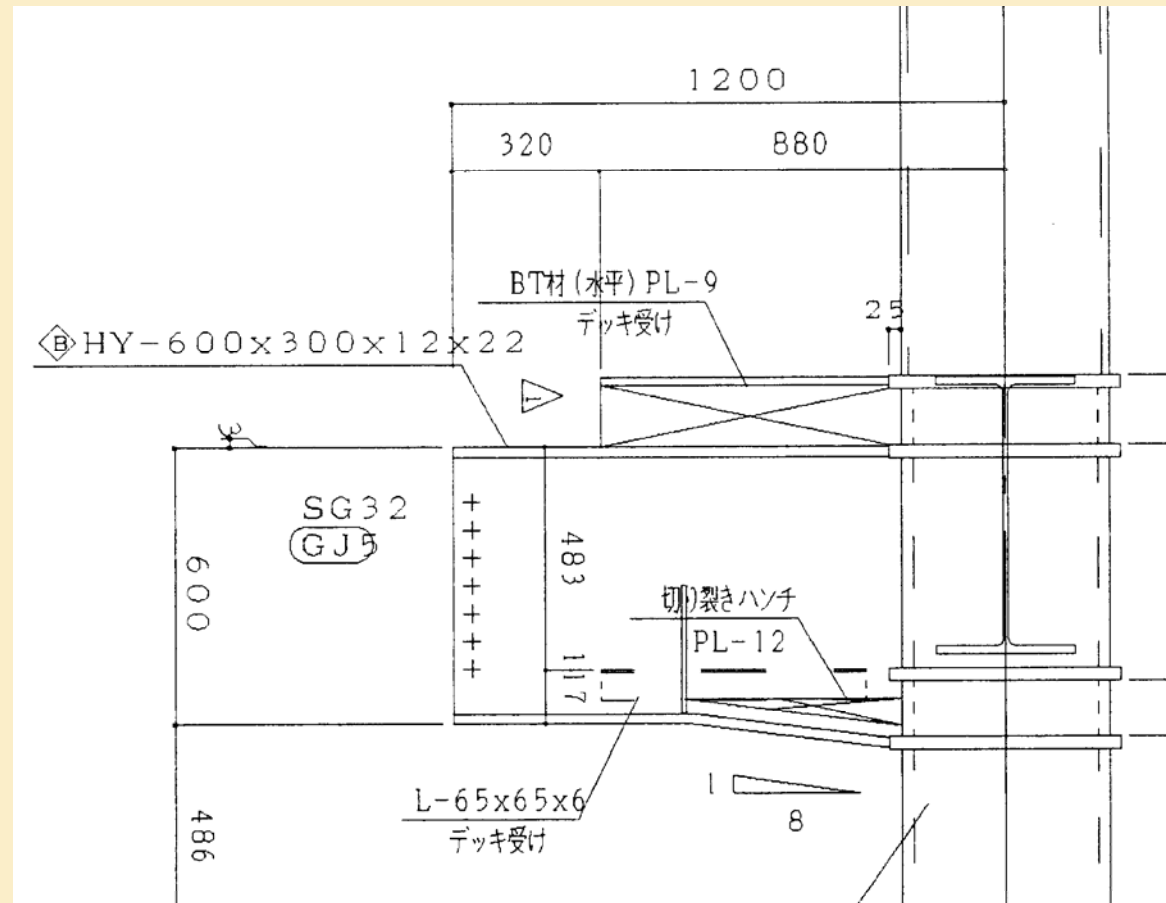


◆実施設計例

調査番号29

建物用途 商業施設

- ◆切り裂きハンチの事例
- ◆梁と同断面のロール材
→手配は容易
- ◆切り裂き部
→塑性変形が生じる
- ◆溶接組み立て断面
→使用が望ましい
- ◆多数のダイアフラム
→溶接が困難
- ◆梁接合位置、梁せい
→部材設計の重要性



◆実施設計例

調査番号40

建物用途 公堂

◆ガセットプレート

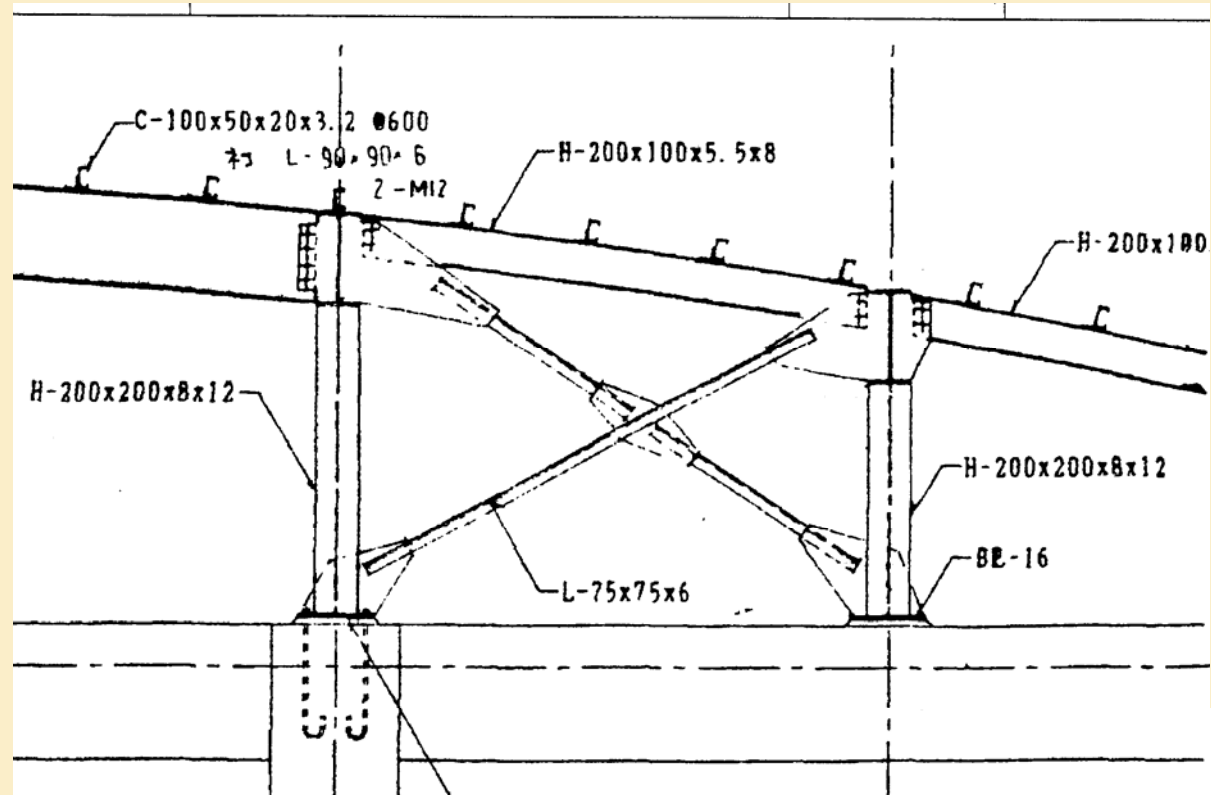
→形状が特異

◆梁のガセットプレート、ブレースのガセットプレート→一体化

◆柱梁の構造芯、ブレース芯→偏心

◆ガセットプレートの局部座屈の可能性

◆柱脚部に生じる偏心と組合せ応力の検討が必要



◆接合部の類型化

◆適用建物

低層ビル、中層ビル、工場、倉庫、集合住宅、店舗

◆構造形式

二方向ラーメン、ラーメンとブレース併用、一方向ブレースと一方向ラーメン

◆接合部位

柱梁接合部、柱継手、梁継手、柱脚、ブレース接合部、小梁接合部、ペントハウス、間柱、耐風梁、母屋・胴縁、屋根ブレース、庇

◆主要構造部材、副構造部材

冷間成形各形鋼管、H形鋼、BH断面材、ターンバックルブレース、山形鋼ブレース、溝形鋼ブレース、アンカーボルト、ベースプレート、ガセットプレート等、スチフナ

◆接合部の形態

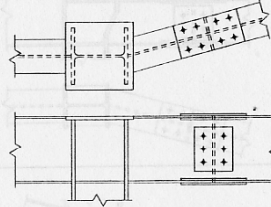
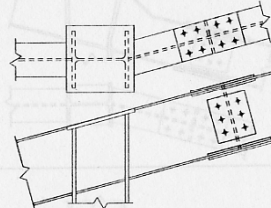
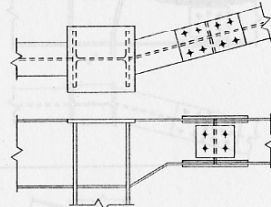
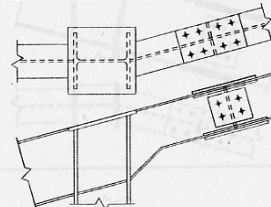
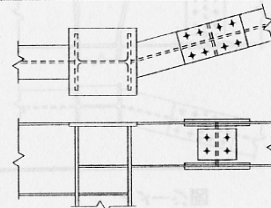
ピン接合、剛接合

◆接合部の状態

部材直交接合、部材直行接合、部材平面斜め接合、部材立面斜め接合

項目の組合せにより接合部ディテールの類型化を行った → **接合部仕分け表**

◆ 接合部の分類表

適用建物	適用構造形式	部位	主要構造部材	副構造部材	接合部の状態	イメージ図
工場 倉庫	一方ラーメン 一方ブレース	特殊な 柱・はり接合部 柱頭部	JISH形鋼柱	H形鋼大はり (左右のはりサイズが同じ)	剛接合 スチフナー形式 スチフナー水平 斜め接合	
					剛接合 スチフナー形式 スチフナー斜め 斜め接合	
				H形鋼大はり (左右のはりサイズが異なる) (はりハンチ付き)	剛接合 スチフナー形式 スチフナー水平 斜め接合	
					剛接合 スチフナー形式 スチフナー斜め 斜め接合	
			H形鋼大はり (左右のはりサイズが異なる) (複数ダイヤフラム)	剛接合 スチフナー形式 スチフナー水平 斜め接合		

<まとめ>

- 1) 構造設計者が様々な工夫を行い、複雑な制約条件化で接合部ディテールの最適解を求めて努力している姿が浮き彫りになった。
- 2) 意匠的要求、力学的合理性、工作しやすさ、施工性など制約条件が複雑に絡み合っている。安全性の確保を大前提としながら制約条件のいずれかのポイントで譲歩していることが多い。
- 3) 構造設計者が慣習に頼り、本来設計上重視すべきポイントについて配慮が足りなくなる場合が見受けられた。
→標準的な接合部の例示は基礎資料として有益である。
- 4) 接合部の類型化作業から、接合部種類は数多く発生することが明白となった。イメージ図作成作業の中で、実際には採用されない接合部ディテールが生じることが分かった。

<今後の課題>

- 1) 標準的な接合部ディテールの対象、ディテールとして具体的にどこまで提示するか、これらの点が今後の大きな課題である。
- 2) 接合部の例示が構造設計者の健全な選択肢を狭めることのないよう、配慮が必要である。
- 3) 力学性能について信頼性があるデータがない接合部ディテールについては構造実験による構造安定性検証を早急に行う必要がある。
 - a) 部材の取合い角度と部材芯のずれに伴う偏心の問題
 - ・ブレースが取り付く柱脚の力学性能
 - b) 主として溶接に関する問題
 - ・梁端ハンチの製作方法と力学性能
 - ・勾配を有するフランジ端接合部の力学性能
 - ・梁端塑性化領域内の金物溶接と力学性能