

平成21年度 建築基準整備促進補助金事業

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

平成21年度調査報告

(社) 日本鋼構造協会

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「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」は、「5. 鉄骨造建築物の基準の整備に資する検討」の内容と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、事務局を(社)日本鋼構造協会に設置し、(独)建築研究所の技術指導を得て、調査を推進した。



「特定畜舎等委員会」の調査

背景と目的

- ◇特定畜舎等建築物は一定の規定を満たせば積雪荷重と風荷重の低減が許容されるが、一般的に幅厚比規定を満足しないため、荷重が低減されず過大構造物になってしまふことがある
- ◇特定畜舎構造建築物は風荷重や雪荷重が部材断面を決定づける支配荷重であり、耐震安全性に余裕があるにもかかわらず、幅厚比を満たさないこと、横補剛を満たさないことから、ルート3の設計となる



荷重低減を許容する規定の範囲において、幅厚比を満たさない場合においても、合理的な特定畜舎等建築物の構造を提供する

特定畜舎等に関する建築基準の経緯

- 規制緩和の閣議決定(平成7年3月)
- 「畜舎設計規準」の法第38条の認定
(平成9年3月、平成10年3月、平成12年5月)
- 法の改正による第38条の削除(平成12年6月)
- 「畜舎関連告示」の制定
 - ◆特定畜舎等建築物の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を定める等の告示
(平成14年5月)
 - ◆防火壁の設置を要しない畜舎等の基準を定める告示
(平成15年3月)
 - ◆小屋裏隔壁の設置を要しない畜舎等の基準を定める告示(平成16年5月)

◆告示第474号 特定畜舎等建築物の構造方法に関する
安全上必要な技術基準(趣旨)

一般建築物に比べてその建築物を利用する人間が少なく
限られている、また、建築物内部に滞在する時間が短い
こと等の畜産施設の実況を考慮し、その利用状況、形態
等に応じた構造基準

◆特定畜舎等建築物の種類(区分)

◇堆肥舎(平成21年度対象施設)

堆肥舎、付属室

◇飼養施設(平成20年度対象施設)

牛舎*、豚舎、鶏舎等の家畜収容施設
付属室、付属舎

(*:牛舎はビルディングレター' 02.6等に明記)

◇搾乳施設等

搾乳舎、牛乳処理室、付属室

特定畜舎等建築物の構造方法に関する 安全上必要な技術基準を定める告示

国土交通省告示第474号（趣旨）

- ① 特定畜舎等建築物の適用の範囲  第一
5種類の適用条件
- ② 令第38条第4項の規定  第二
基礎の構造計算
- ③ 令第81条第3項の規定  第三
特定畜舎等建築物の構造計算

構造計算に用いる荷重式と許容応力度計算法

（令82条各号、令82条四に定める構造計算と同等の安全性）

第一 適用の範囲

適用条件

- 1) 木造、補強コンクリートブ ック造、鉄骨造、
鉄筋コンクリート造、これらの併用構造の建築物
 - ・ 鉄筋コンクリート造は基礎、土間コンクリート、堆肥舎等の擁壁・隔壁(補強コンクリート造を含む)のみ
- 2) 階数は 1 階のみ
 - ・ 地震時の安全性を考慮した階数制限
- 3) 最高高さ 13 m 以下、軒高 9 m 以下
- 4) 柱間隔 15 m 以下
 - ・ 大間口となる場合には中柱を設置
- 5) 市街化区域以外に建設し、居室を設けない
 - ・ 不測の事態で倒壊しても他へ被害を及ぼさない

第二 基礎の構造計算

設計荷重低下に伴う簡易基礎の使用可

- (1) 特定畜舎等建築物の実況に応じ、第三に定める構造計算を行う
 - ・ 地盤状況に応じて基礎の種類を選択し、告示に規定された計算を行う
- (2) 自重による沈下等を考慮し、有害な損傷、変形、沈下を生じさせない
 - ・ 軟弱地盤に建設する場合等では、必要に応じて基礎の沈下変形を確認する

第三 構造計算

力の組合せ

	一般区域	多雪区域
◇ 長期応力	$G+P$	$G+P+0.7S$
◇ 短期応力 (雪)	$G+P+S$	$G+P+S$
(風)	$G+P+W$	$G+P+W$
(地)	$G+P+K$	$G+P+0.35S+K$

G: 固定荷重、P: 積載荷重、S: 積雪荷重

W: 風圧力、K: 地震力

第三 構造計算

変形の簡易確認

◇「使用性の確保」

地震時の層間変形角の制限に関する照査が義務付けられていない(水平変位/階高 $\leq 1/200$ 又は $\leq 1/120$)

◇ 建築物としての機能を減じさせないため等に関する確認(告示1459号)

建築物の部分		条件式
木造	はり(床面に用いるものに限る。 以下この表において同じ。)	$D/\lambda > 1/12$
鉄骨造	はり	$D/\lambda > 1/15$
鉄筋コンクリート造	床版(片持ち以外の場合)	$t/\lambda_x > 1/30$
	床版(片持ちの場合)	$t/\lambda_x > 1/10$
	はり	$D/\lambda > 1/10$
鉄骨鉄筋コンクリート造	はり	$D/\lambda > 1/12$

第三 構造計算

荷重及び外力

(1) 積雪荷重

◇令第86条

◇下記条件を満足する場合

- ①JIS-A5701 (ガラス繊維強化ポリエステル板) と同等の断熱性の低い材料で仕上げる
- ②滑雪に妨げのない材料及び構造とする
- ③屋根勾配が11度 (2/10勾配) 以上ある



独自の積雪荷重式

第三 構造計算

◆ 独自の積雪荷重算定式

$$S = \gamma \cdot d \cdot R_s \cdot \mu_b$$

S : 屋根の積雪荷重 (N/m^2)

γ : 積雪の単位荷重

(一般区域 $20\text{N}/\text{m}^2$ 、多雪区域 $23\text{N}/\text{m}^2$)

d : 垂直積雪量市町村の区域に応じた数値

(別表 1 : 7日増分積雪深)

R_s : 特定畜舎等建築物の種類に応じた数値

μ_b : 建設地の冬季平均風速に応じた数値

第三 構造計算

◆独自の積雪荷重算定式

R_s : 特定畜舎等建築物の種類に応じた数値

特定畜舎等建築物の種類	状態	数 値	
		$d \geq 70$	$d < 70$
堆肥舎	常時・積雪	0.84	0.78
	風圧・地震	1.00	
飼養施設	常時・積雪	0.87	0.82
	風圧・地震	1.00	
搾乳施設等	常時・積雪	0.93	0.90
	風圧・地震	1.00	

μ_b : 特定畜舎等建築物の建設地の冬季平均風速 (m/s) に応じた数値

1・2月の平均風速	μ_b
2.0以下	0.9
3.0	0.8
4.0	0.7
4.5以上	0.6

第三 構造計算

風圧力

◇令第87条

$$q_H = 0.6 \times E \times V_0^2$$

◇基準風速 V_0 に低減係数を乗じた低減

$$q_H = 0.6 \times E \times (V_0 \times RW)^2$$

特定畜舎等建築物の種類	数値 (RW)
堆肥舎	0.85
飼養施設	0.90
搾乳施設等	0.95

風速 (V_0) : 告示第1454号

風力係数 : 適切な風洞実験による数値

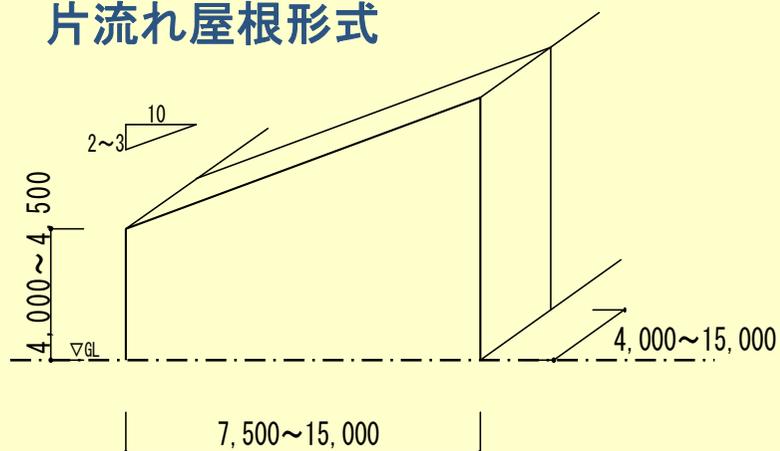
第三 構造計算

- ◆地震荷重：事前の対応が不可能なため通常の計算実施
- ◆鉄骨造で筋かいを設けた場合以下の規定に従う
 - ・筋かい負担率による地震力の割増し(100%負担は1.5倍)
 - ・筋かい軸部降伏で耐力決定についての確認計算実施
- ◆平成19年6月の建築基準法改正(告示第1791号)
 - ・関連告示等の一部改正
 - ・構造計算方法、審査方法の変更
 - ・使用鋼材の幅厚比制限の適用

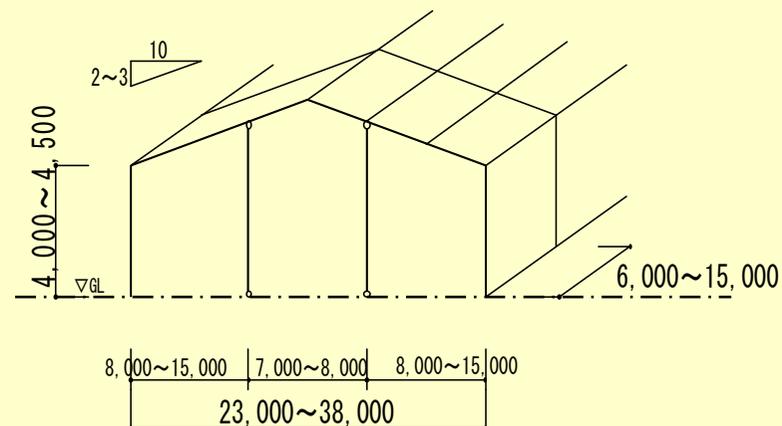
特定畜舎等建築物(堆肥舎)の概要

堆肥舎のパターン

片流れ屋根形式



切妻屋根形式



◆両方向ラーメン構造

- ・ 3方向の外周部のみに隔壁を設けている大型堆肥舎



平成21年度の検討対象

◆片側ラーメン構造、片側ブレース構造他

- ・ コ形隔壁を連続して設けている小規模堆肥舎

◆片側ラーメン構造、片側ブレース構造

- ・ 連続したコ形隔壁を向き合わせて設けている大規模堆肥舎



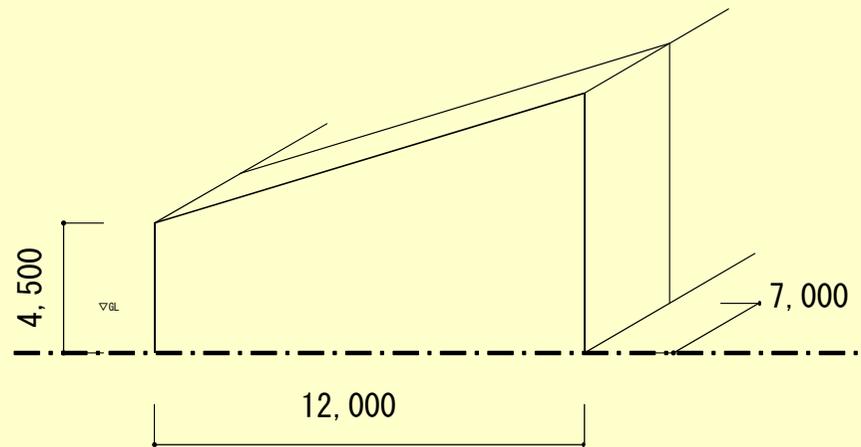
平成20年度検討結果
で対応



両方向ラーメン構造の堆肥舎

特定畜舎等建築物(堆肥舎)の概要

検討した両方向ラーメン構造の堆肥舎



【両方向ラーメンタイプ】 (角形柱、H形梁使用)

- ・ 3方向の外周部のみに隔壁を設けている大型堆肥舎タイプ
- ・ RCの柱や隔壁の上部に鉄骨角柱が載る形式は対象外。

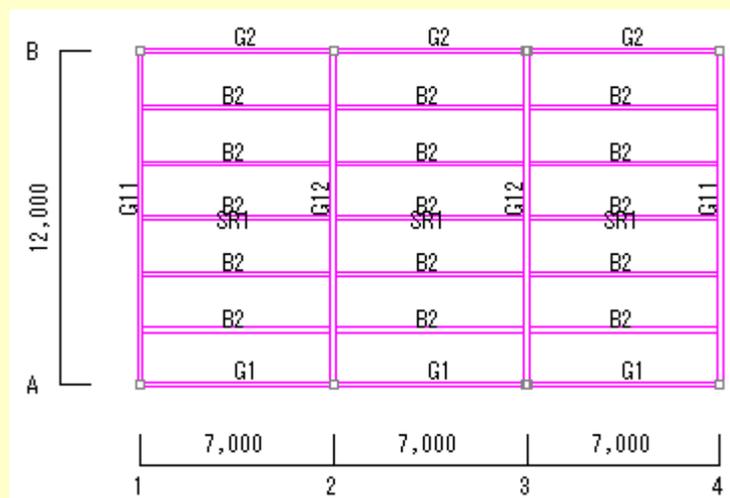
特定畜舎等建築物(堆肥舎)の構造検討を行う際の荷重値

昨年度の飼養施設と同様に、畜産主要道県の数値を採用。

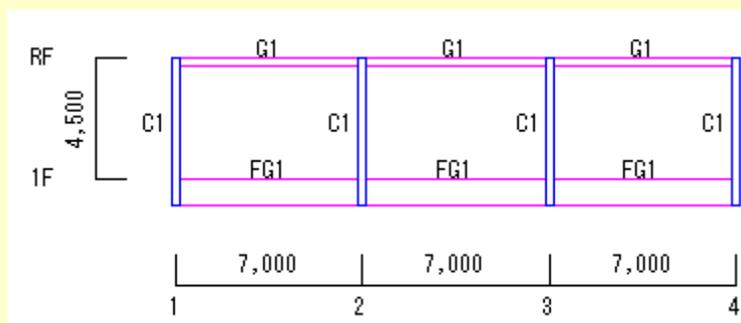
積雪荷重： 30cm(温暖地域)
100cm(積雪地域)

風荷重： 34m/s(強風地域)
(30m/s(一般地域)も同一部材)

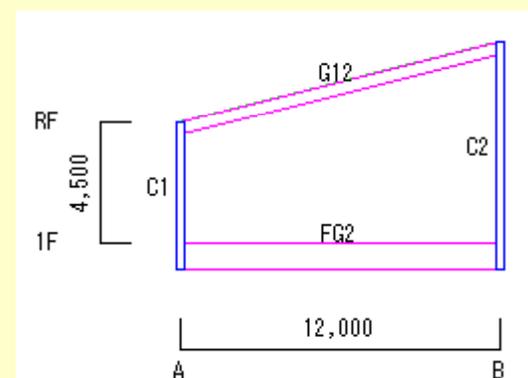
解析モデル



小屋伏図



A通り軸組図(X方向)



2通り軸組図(Y方向)

試設計ケーススタディによる現状分析

検討の方針

特定畜舎等建築物に関する二次設計図書省略の可能なシステム(「本システム」)を構築するための資料として、以下の方針により保有水平耐力の検討を行う。

- ◆一次設計は本システム外とし、本システムは二次設計を担保することに限定する。
- ◆二次設計は耐震設計のみを対象とする。耐雪設計、耐風設計は一次設計として平成14年告示第474号に従うものとし、本システムの対象外とする。
- ◆検討項目図書省略は保有水平耐力のみとする。なお、上記告示の規程に従い、層間変形角の検討は要さないものとする。
- ◆昭和55年告示第1791号のただし書き規定により、幅厚比をFA以外も使用可能とする。ただしFD部材は不可とする。
- ◆偏心率の検討は省略しない。偏心率NGでも可とする。
- ◆本システムは、建物適用範囲チェックシート、柱・はり組み合わせシート、構造チェックシート(一次設計応力度検定比の制限チェックシート等)、標準図で構成する。

試設計ケーススタディによる現状分析

検討の方法

以下の3方法により比較検討を行う。

- ①建築基準法によるルート3設計による場合(「ルート3設計」)
- ②特定畜舎等建築物の告示による設計の場合(「告示設計」)
- ③平成21年度に検討したシステムの場合(「本システム設計」)

必要保有水平耐力を自動的に満足するための方策として、部材の全塑性曲げモーメント(M_p)と有効許容曲げモーメント(M_e)との比率による割増係数(α 倍)を一次(許容応力度)設計の地震時応力へ乗じて許容応力度の検定を行うシステム

3方法について比較検討した項目は、①使用部材の比較、②層間変形角・偏芯率の比較、③一次設計における部材検定比の比較、④保有水平耐力の比較 とする。

試設計ケーススタディによる現状分析

積雪荷重(積雪区域の場合)

①ルート3設計の場合

垂直積雪量 100cm 雪の単位荷重 $30\text{N/m}^2/\text{cm}$

$$S = 100 \times 30 = 3,000\text{N/m}^2$$

②告示設計、③本システム設計の場合

垂直積雪量 100cm 雪の単位荷重 $23\text{N/m}^2/\text{cm}$

R_s 長期荷重時 0.84 短期荷重時 1.0

μ_b 0.80

$$S = 100 \times 23 \times 0.84 \times 0.80 = 1,546\text{N/m}^2$$

試設計ケーススタディ

使用部材リスト

①ルート3設計の場合

階1	階2	符号	部位	部材	ワッパ' サイズ'	JL1	JL2	n	継手符号 (SCSS-H97呼称)
X	RF	G1	両 中	端 央	H- 298x 149x 5.5x 8.0x13 SS400	90.0	90.0	3	
					H- 298x 149x 5.5x 8.0x13 SS400				
Y	RF	G2	両 中	端 央	H- 298x 149x 5.5x 8.0x13 SS400	90.0	90.0	3	
					H- 298x 149x 5.5x 8.0x13 SS400				
	RF	G11	両 中	端 央	H- 400x 200x 8.0x13.0x13 SS400	90.0	90.0	1	
					H- 400x 200x 8.0x13.0x13 SS400				
	RF	G12	両 中	端 央	H- 450x 200x 9.0x14.0x13 SS400	90.0	90.0	1	
					H- 450x 200x 9.0x14.0x13 SS400				

階1 階2	符号 形状	部位	部材	ワッパ' サイズ'	rx ry	h(cm)	充てん	柱脚種類 符号	tpx tpy	継手 Li 符号
低	C1	柱頭	BX- 300x12.0x30.0	STKR400			無			0
		柱脚	BX- 300x12.0x30.0	STKR400						
高	C2	柱頭	BX- 300x16.0x40.0	STKR400			無			0
		柱脚	BX- 300x16.0x40.0	STKR400						

試設計ケーススタディ

使用部材リスト

②告示設計の場合

	階1	階2	符号	部位	部材	寸法	材質	IL1	IL2	n	継手符号(SCSS-H97呼称)
X	RF	RF	G1	両端中央	H- 248x 124x 5.0x 8.0x 8 SS400 H- 248x 124x 5.0x 8.0x 8 SS400			90.0	90.0	3	
	RF	RF	G2	両端中央	H- 350x 175x 7.0x11.0x13 SS400 H- 350x 175x 7.0x11.0x13 SS400			90.0	90.0	3	
Y	RF	RF	G11	両端中央	H- 350x 175x 7.0x11.0x13 SS400 H- 350x 175x 7.0x11.0x13 SS400			90.0	90.0	1	
	RF	RF	G12	両端中央	H- 400x 200x 8.0x13.0x13 SS400 H- 400x 200x 8.0x13.0x13 SS400			90.0	90.0	1	

	階1	階2	符号	部位	部材	寸法	材質	ry	lb(cm)	突入	柱脚種類	EPX	継手
			形状					ry			符号	typ	Lj
低	IF		C1	柱頭	EX- 300x12.0x30.0		STE400			無			0
	IF			柱脚	EX- 300x12.0x30.0		STE400						0
高	IF		C2	柱頭	EX- 300x12.0x30.0		STE400			無			0
	IF			柱脚	EX- 300x12.0x30.0		STE400						0

試設計ケーススタディ

使用部材リスト

③本システム設計の場合

	階1	階2	符号	部位	部材	断面形状	JL1	JL2	n	継手符号(SCSS-H97呼称)
X	RF	RF	G1	両中継	H- 248x 124x 5.0x 8.0x 8 SS400 H- 248x 124x 5.0x 8.0x 8 SS400		90.0	90.0	3	
	RF	RF	G2	両中継	H- 346x 174x 6.0x 9.0x13 SS400 H- 346x 174x 6.0x 9.0x13 SS400		90.0	90.0	3	
Y	RF	RF	G11	両中継	H- 346x 174x 6.0x 9.0x13 SS400 H- 346x 174x 6.0x 9.0x13 SS400		90.0	90.0	1	
	RF	RF	G12	両中継	H- 396x 199x 7.0x11.0x13 SS400 H- 396x 199x 7.0x11.0x13 SS400		90.0	90.0	1	

	階1	符号	部位	部材	断面形状	rx	ly(cm)	充てん	柱脚種類	符号	継手
	階2	形状				ry			符号	LJ	符号
低	1F	C1	柱頭	BX- 300x 9.0x22.5	STKR400			無			0
	1F		柱脚	BX- 300x 9.0x22.5	STKR400						
高	1F	C2	柱頭	BX- 300x 9.0x22.5	STKR400			無			0
	1F		柱脚	BX- 300x 9.0x22.5	STKR400						

試設計ケーススタディ

偏心率の比較

Rex: 偏心率

Fe: 偏心率に応じた割増係数

①ルート3設計の場合

地震時X方向L加力

階	gy	ly	ey	rex	Rex	Fe
1F	642.2	280.4	363.0	999.5	* 0.363	1.500
		(280.4)	(363.0)	(999.5)	(0.363)	(1.500)

地震時Y方向L加力

階	gx	lx	ex	rey	Rey	Fe
1F	1050.0	1050.0	0.0	879.3	* 0.000	1.000
		(1050.0)	(0.0)	(879.3)	(0.000)	(1.000)

②告示設計の場合

地震時X方向L加力

階	gy	ly	ey	rex	Rex	Fe
1F	650.8	422.8	228.0	997.5	* 0.229	1.262
		(422.8)	(228.0)	(997.5)	(0.229)	(1.262)

地震時Y方向L加力

階	gx	lx	ex	rey	Rey	Fe
1F	1050.0	1050.0	0.0	896.1	* 0.000	1.000
		(1050.0)	(0.0)	(896.1)	(0.000)	(1.000)

③本システム設計の場合

地震時X方向L加力

階	gy	ly	ey	rex	Rex	Fe
1F	646.1	381.0	265.2	999.5	* 0.276	1.421
		(381.0)	(265.2)	(999.5)	(0.276)	(1.421)

地震時Y方向L加力

階	gx	lx	ex	rey	Rey	Fe
1F	1050.0	1050.0	0.0	900.0	* 0.000	1.000
		(1050.0)	(0.0)	(900.0)	(0.000)	(1.000)

X方向(桁行き方向)

Y方向(片流れ方向)

試設計ケーススタディ

保有水平耐力の比較

①ルート3設計の場合

5.2.1 X方向左加力

保有水平耐力の決定条件：増分計算の終了時(層間変形角、部材塑性率が指定値に達していません)

階	種別	Ds値	Fes値	Qud	Qun	Qu	Qu/Qun	判定	RQu
1F	S	0.30	1.500	479	216	226	1.05	OK	1/56

5.2.2 Y方向左加力

保有水平耐力の決定条件：増分計算の終了時(層間変形角、部材塑性率が指定値に達していません)

階	種別	Ds値	Fes値	Qud	Qun	Qu	Qu/Qun	判定	RQu
1F	S	0.40	1.000	479	192	503	2.62	OK	1/29

Qud: 地震力によって生じる水平力

Qun: 必要保有水平耐力

Qu : 保有水平耐力

Rqu: 保有水平耐力時層間変形角

試設計ケーススタディ

保有水平耐力の比較

②告示設計の場合

5.2.1 X方向左加力

保有水平耐力の決定条件：増分計算の終了時(層間変形角、部材塑性率が指定値に達していません)

階	種別	Ds値	Fes値	Qud	Qun	Qu	Qu/Qun	判定	RQu
1F	S	0.40	1.262	364	184	249	1.35	OK	1/32

5.2.2 Y方向左加力

保有水平耐力の決定条件：増分計算の終了時(層間変形角、部材塑性率が指定値に達していません)

階	種別	Ds値	Fes値	Qud	Qun	Qu	Qu/Qun	判定	RQu
1F	S	0.40	1.000	364	146	370	2.54	OK	1/31

Qud: 地震力によって生じる水平力

Qun: 必要保有水平耐力

Qu : 保有水平耐力

Rqu: 保有水平耐力時層間変形角

試設計ケーススタディ

保有水平耐力の比較

③本システム設計の場合

5.2.1 X方向左加力

保有水平耐力の決定条件：増分計算の終了時(層間変形角、部材塑性率が指定値に達していません)

階	種別	Ds値	Fes値	Qud	Qun	Qu	Qu/Qun	判定	RQu
1F	S	0.40	1.421	353	201	216	1.08	OK	1/35

5.2.2 Y方向左加力

保有水平耐力の決定条件：増分計算の終了時(層間変形角、部材塑性率が指定値に達していません)

階	種別	Ds値	Fes値	Qud	Qun	Qu	Qu/Qun	判定	RQu
1F	S	0.40	1.000	353	141	309	2.19	OK	1/29

Qud: 地震力によって生じる水平力

Qun: 必要保有水平耐力

Qu : 保有水平耐力

Rqu: 保有水平耐力時層間変形角

特定畜舎等建築物(堆肥舎)の構造システム(概要)

■ 適用範囲

軒高：9 m以下、最高高さ：13m以下、階数：1階建

延べ床面積：1,500m²以下、用途：特定畜舎等建築物の堆肥舎

■ 概略の構造仕様

構造形式：二方向ラーメン構造

柱：STKR400、BCR295

はり：H形鋼、溶接軽量H形

柱脚：露出柱脚

屋根、壁：金属製屋根、金属製外装材、スレート、樹脂系外装材

■ 設計仕様書の構成

適用条件、用語、構造耐力上主要な部分に用いる材料の規格等、構造設計(フローチャート)、荷重及び外力、平面計画基準、立面計画基準、応力計算規準、部材算定基準、はり仕口・継手・柱脚の標準、耐久性等関連規程 他

「特定畜舎等委員会」の21年度調査結果のまとめ

- (1) 特定畜舎等建築物の堆肥舎に該当する構造パターンを整理した。
- (2) 間口方向山形ラーメン構造、桁行方向ブレース構造の堆肥舎について、平成20年度と同様の $D_s=0.4$ とした耐震性能の確認とシステムの適応性を検討し、同様のシステムにて耐震性能が確保されることを確認した。
- (3) 両方向ラーメン構造の片流れ屋根検討モデルについて、①建築基準法によるルート3の設計による場合(「ルート3設計」)、②特定畜舎等建築物の告示による設計の場合(「告示設計」)、③今年度検討したシステムの場合(「本システム設計」)の3方法について検討した結果、本システムによる場合は、従来の特定畜舎等建築物の告示によった「告示設計」とほぼ同様の使用部材となり、保有水平耐力の検討も満足していることを確認した。
- (4) 地盤面付近の立ち上がり部より2方向ラーメン構造の鉄骨フレームを構築する特定畜舎等建築物の堆肥舎について、二次設計図書省略の可能なシステムを構築した。

今後の課題

- ・ 堆肥舎で、隔壁と同じ高さまでRC柱を設け、その上にS柱を設けた場合の検討
- ・ 飼養施設や堆肥舎の柱材に軽量H形鋼を使用した場合の局部座屈防止対策