

## Ⅱ 鉄骨造の耐力度調査



# 第 1 章 概 要

## 1.1 基本方針と適用範囲

### 1.1.1 基本方針

本編は鉄骨造（校舎、屋内運動場、寄宿舍）の耐力度測定方法について記したものである。鉄骨造（以下、「S造」という）についても鉄筋コンクリート造（以下、「RC造」という）と同様に、公立学校施設における建物の「④構造耐力」、「⑤健全度（経年による耐力・機能の低下に関する評価項目、旧手法における⑤保存度に相当）」、「⑥立地条件」の3点の項目を総合的に調査し、建物の老朽化を評価するものである。この耐力度測定は、例えば日本建築防災協会の「既存鉄骨造建築物の耐震診断指針」のように絶対的な合否を測定するものではなく、相対的な危険度を調べるものであるため、また、調査に要する費用を出来るだけ低く抑えることを条件としているので、測定の作業は比較的簡単になっており、詳細な測定を行うほど評価点が低くなるようになってきている。したがって評価点が高くても、それが直ちに安全な建物を意味するわけではない。

この測定方法をまとめた「耐力度調査票」は「義務教育諸学校等の施設費の国庫負担等に関する法律（以下、「義務法」という）」の施行規則に、昭和58年4月1日付の改正によって別表第四として追加され、この調査票による耐力度測定の結果、構造上危険と判定された建物は国庫補助の対象とすることになっており、平成13年度には全面的な改定が行われた。

その後文部科学省では、平成25年度に構造躯体の長寿命化やライフラインの更新などによる建物の耐久性向上、省エネ化や多様な学習内容、学習形態を可能とする環境の提供など現代の社会要請に応じた改修を支援する「長寿命化改良事業」が創設された。また昭和56年以前の基準で建てられた施設の耐震化も進み、ほぼ全ての公立学校の施設が新耐震設計基準相当の耐震性能を満たすようになった。

今回の改定では、基準点以下の建物で改築する際に想定される建物の状況を想定しつつ、主として「④構造耐力」と「⑤健全度（旧手法における⑤保存度に相当）」に関する測定項目の再整理と加除を行い、全面的な改正を行うものである。今回の改定のもう一つの特徴は、耐力度の測定に当たって、昭和56年に施行されたいわゆる新耐震設計基準と呼ばれる現行の耐震基準以前の基準で建てられた学校建物の大部分で既に実施されている耐震診断の結果を活用することで、調査並びに測定の作業負担の軽減を図っている点である。すなわち、これまでの許容応力度計算による建築時の性能に基づいた従前の評価から、耐震診断の結果を活用することで、耐力度測定時の調査並びに測定の作業負担の軽減を図った点が、根本的に変更した点である。

また、平成13年版では明らかに耐力度が低いと見込めるS造屋内運動場については、「耐力度簡略調査」による評価法が示されていたが、新耐震設計基準以前の屋内運動場についてはほぼ全ての建物が耐震診断を終えていること、耐震診断の方法による評価方法が普及している

こと、電算プログラムによる計算も広く行われており耐震診断の手法により比較的容易に評価できると考えられることから、「耐力度簡略調査」にはよらないこととした。

### 1.1.2 適用範囲

対象とする建物はS造の場合、校舎、屋内運動場及び寄宿舎である。既存建物としては屋内運動場が多い。調査対象建物の建築年代、耐震診断の実施状況に応じて、以下の方法による評価を行う。

#### (1) 新耐震設計基準以前の建物で耐震診断が実施されていないもの

昭和56年に施行された現行の耐震基準以前の基準で建てられた建物であるが耐震診断が未実施であるものについては、耐震診断の手法を用いて構造耐力の評価を行う。

#### (2) 新耐震設計基準以前の建物で耐震診断が実施されているもの

昭和56年に施行された現行の耐震基準以前の基準で建てられた建物であり耐震診断が実施されているものについては、耐震診断結果を用いて評価を行う。

#### (3) 新耐震設計基準の建物

昭和56年に施行されたいわゆる新耐震設計基準と呼ばれる現行の耐震基準に従って建てられた建物については、構造上の問題点がなければ、構造耐力に関わる評点を満点として評価を行う。

本編はS造の建物を対象としているが、非木造の学校建物にはS造とRC造が併用されたものがある。S造とRC造が併用された建物としては、図1.1(a)に例示する柱の中間のギャラリから下がRC造（または鉄骨鉄筋コンクリート造）でそれより上部がS造（以下、「混合構造」という）のRSタイプと呼ばれる屋内運動場や、図1.1(b)に例示するRC造校舎の上にS造の屋内運動場を作ったもの（以下、「複合構造」という）、図1.1(c)に例示するRC架構に鉄骨屋根を載せたRタイプと呼ばれる屋内運動場がある。これらの扱いを以下に示す。

- 1) 混合構造（RSタイプ）の屋内運動場については、耐震診断結果による評価を行う場合には、構造耐力についてはRC部分、鉄骨部分それぞれの $I_s$ 値の最小値を採用し、健全度、立地条件についてはS造として、本編で評価する。
- 2) 複合構造については、柱脚部を含むS造部分については本編で、RC造部分については「鉄筋コンクリート造建物編」に従って耐力度を評価する。
- 3) RC架構に鉄骨屋根を載せたRタイプと呼ばれる屋内運動場については、「鉄筋コンクリート造建物編」に従って耐力度を評価する。

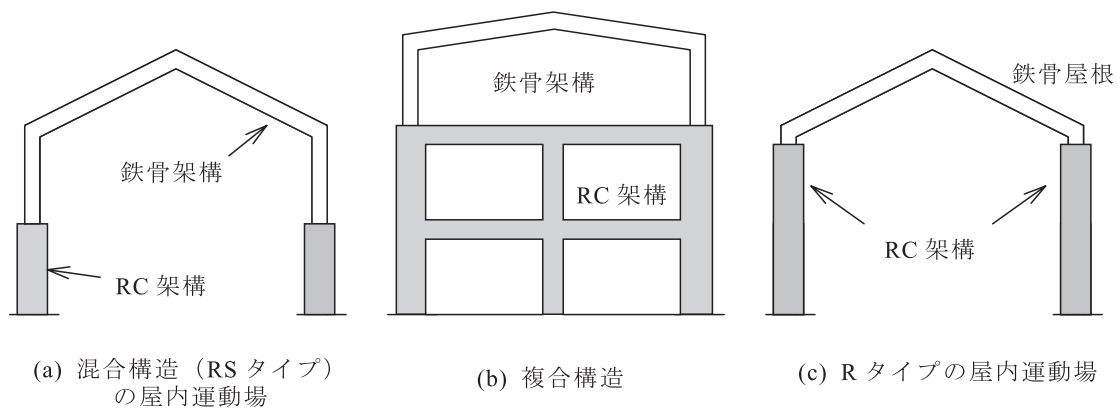


図 1.1 S 造と RC 造が併用された建物

## 1.2 耐力度測定項目の考え方

### 1.2.1 耐力度の算出方法

1.1.1 項に述べた通り、耐力度の測定項目は

- ① 構造耐力 (100 点満点)
- ② 健全度 (100 点満点)
- ③ 立地条件 (係数 0.8~1.0)

の3つに大別され、それぞれの評点の積で耐力度を算出し、10,000 点満点で評価する。3つの大項目の下にどのような中小項目を含めるか、また、それらをどのように組み合わせるかについては、S 造の特徴を反映したものになっている。

各測定項目における平成 13 年版からの変更点は以下のようにになっている。

#### ① 構造耐力

平成 13 年版では、耐力度測定を行う建物が新築時においてどの程度の耐力があったかを、架構耐力性能 (60 点満点)、架構剛性性能 (20 点満点)、基礎構造 (20 点満点) の合計で評価していた。

構造耐力の 6 割を占める架構耐力性能は、許容応力度設計における検定比の逆数の形で表されており、新築時の構造耐力が許容応力度設計においてどの程度に評価されるかが耐力度調査のベースとなっていた。また、架構剛性、基礎構造の評点がそれぞれ 2 割を占めていたが、今回の改定では耐震診断の手法で算定される  $I_s$  値に基づいて評価することとした。これは、相対的に危険度が高いと考えられる建築後年数を経た施設において耐震化が進み、昭和 56 年に施行されたいわゆる新耐震設計基準と呼ばれる現行の耐震基準以前の基準で建てられた学校建物の大部分で耐震診断・耐震補強が既に行われていることから、耐震診断の結果を活用することで、調査並びに測定の作業負担の軽減を図ったことによる。また、地震に対する構造性能を表す  $I_s$  値では評価できない風荷重や雪荷重に対する危険度については、鉛直荷重、風荷重に対する検討を行い、危険度を評点に反映することとした。

なお、評価には原則実施済みの耐震診断結果 (耐震補強が行われた建物については補強後の値) を用いるが、地震で被災し現状復旧による補修工事を行った場合など、建築後の状態の変化があり構造耐力などが設計時の想定とは異なると考えられる場合や、超音波探傷検査を行うことで溶接部に欠陥が発見される可能性が考えられる場合、アンカーボルトのはしあきが不足しており柱脚部の耐力に問題があることが想定される場合など、耐震診断時には実施していなかった測定項目や、後にわかった新たな知見を踏まえると診断結果に修正がでると考えられる場合については、必要な再調査を行った上で改めて耐震診断を実施し、その結果による評価を行ってよいこととした。また、新耐震設計基準の建物についても、地震で被災し原形復旧によ

る補修工事を行った場合など、建築後の状態の変化があり構造耐力などが設計時の想定とは異なると考えられる場合や、超音波探傷検査による調査を行うと溶接部に欠陥が発見されると考えられる場合、変形能力に問題があることがわかった筋かい材が使用されている場合など、新耐震設計基準の施行後にわかった新たな知見を踏まえると構造耐力などが設計時の想定とは異なると考えられる場合については、必要な調査を行った上で耐震診断の手法を用いて、現状を反映した評価をしてよいこととした。また、耐震診断の結果と併せて積雪荷重、風荷重に対する検討を実施し、評価に反映する。

架構剛性性能については、比較的剛性の低い建物が多い鉄骨構造の場合、架構の剛性（変形）は構造耐力よりは非構造部材の危険度との関係が強いことから、今回の改定では健全度の評価項目に移した。

基礎構造については、比較的重量の小さな鉄骨構造の場合、大地震での基礎構造の被害は地盤被害に伴う場合が多いこと、基礎構造に問題がある場合には不同沈下が起こると考えられること、不同沈下については健全度における評価項目となっていること（平成13年版でも保存度の評価項目になっている）から評価項目から外した。なお、地盤被害に対する危険度の評価項目としては、立地条件に敷地条件の評価項目を追加している。

なお、構造耐力の評価を、新築時の構造性能ではなく現状の耐震性能の指標である  $I_s$  値をベースとする変更を行ったことにより、次項における健全度の評価も、平成13年版における保存度の評価から大きく変更することになった。

## ⑧ 健全度

平成13年版では、耐力度測定を行う建物が新築時以降に老朽化した度合いを調べ、構造体の劣化を評価することを、経過年数（30点満点）、鉄骨腐食度（20点満点）、座屈状況（15点満点）、柱の傾斜角（5点満点）、不同沈下量（5点満点）、接合方式（25点満点）の合計に、火災による疲弊度（被災状況に応じた係数で0.5～1.0）を乗じて評価していた。

今回の改定では、耐震診断結果である  $I_s$  値を構造耐力の指標としたことから、調査時点における構造躯体の状況や部材・接合部の変形性能については基本的に構造耐力に反映されること、一方、近年の地震被害などを鑑み、構造体だけで無く落下などによる人体への直接的な危険要因となる非構造部材・設備などを含めた建物全体の危険度を評価する必要があることから、非構造部材・設備なども含めた調査時点における建物の危険度を「健全度」として評価することとした。そのため、評価項目や配点なども大幅に変更し、経年変化（25点満点）、筋かいのたわみ（10点満点）、鉄骨腐食度（10点満点）、非構造部材等の危険度（30点満点）、架構剛性性能（15点満点）、不同沈下量（10点満点）の合計に、火災による疲弊度（被災状況に応じた係数で0.5～1.0）と地震等による被災歴（被災状況に応じた係数で0.8～1.0）を乗じて評価することにした。

平成13年版の評価項目のうち、経過年数については、今回の改定では配点をやや減じ、評



価式も修正した。配点をやや減じたのは、構造耐力を  $I_s$  値で評価することで、構造耐力にも経年による劣化がある程度反映されることなど、全体の配点のバランスを考慮したことによる。評価式については、平成 13 年版では構造種別ごとの減価償却に対応した評価式となっていたが、今回の改定では RC 造と同じ評価式とした。また、鉄骨腐食度についても評価を見直し配点を減じた。評価を見直し配点を減じたのは、耐震診断時点における腐食による構造部材・接合部における耐力・変形性能の低下は基本的に耐震診断結果に反映されていることによる。今回の改定では、診断後の腐食の進行や、新耐震設計基準の建物などで改めて耐震診断を行わない場合に腐食による構造性能の低下を評価することとした。配点も全体の評点のバランスを検討し再設定した。

また、平成 13 年版の評価項目のうち、座屈状況、柱の傾斜角、接合方式は今回の評価項目から外した。これは、上部構造における構造部材・接合部の調査時点での状況・性能は耐震診断結果に反映されることによる。今回の改定では、非構造部材や設備なども含めた建物全体の危険度を評価するため、筋かいのたわみ、非構造部材等の危険度の評価項目を追加した。特に非構造部材等の危険度は、S 造は壁などの非構造部材が RC 造のように構造体とは一体となっておらず、また取り付けられる構造体の剛性が低いことで、地震時に構造体自体が比較的大きく変形することから、非構造部材や設備の剥離、落下による被害が多発しているという、鉄骨構造の特徴を反映したものである。筋かいのたわみは、筋かいのたわみに伴う架構の剛性低下によって風外力や地震外力を受けた場合に变形が増大することで、非構造部材の劣化・損傷が進行することを評価する項目である。同様の理由で、平成 13 年版では構造耐力の評価項目にあった架構剛性性能の評価項目を健全度の評価項目に移した。不同沈下については、評価項目として残しただけで無く、配点を増やした。配点を増やしたのは、構造耐力の評価において基礎構造の評価項目を外したことによる。

このほか、被災状況に応じて評点に掛ける係数として、火災による疲弊度（平成 13 年版と同じ）に加え地震による被災歴を加えた。これは、地震等で被災した建物では、非構造材の取り付け部などに損傷が残っている場合があることや、周辺も含めた損傷箇所の取り替えのような大規模な補修を伴わない程度の損傷を受けた構造部材では、耐力は被災前同様であっても塑性化の程度に応じて変形能力が低下していることによる。そのため、地震による被害を受けた場合には、健全度の評点を低減するようにした。

### ◎ 立地条件

平成 13 年版の評価項目である地震地域係数、地盤種別、積雪寒冷地域、海岸からの距離に加え、敷地条件の評価項目を追加するとともに、いずれも建物が置かれている自然環境に対する測定項目であることから名称を「立地条件」とした。これは、傾斜地や盛土に建設された S 造の文教施設において、平坦地に比べて地震被害が大きくなる傾向が見られることによる。

## 1.2.2 構造耐力

構造耐力は耐震診断結果（耐震補強が行われた建物については補強時の値）である  $I_s$  値に基づき 100 点満点で評価する。ここで  $I_s$  値は地域係数を  $Z = 1.0$ 、振動特性係数を  $R_t = 1.0$  として計算した値を用い、各方向各階の中での最小値をとる。また、新耐震設計基準以前の建物については、鉛直荷重、風荷重に対する検討を実施し、評点に反映する。

構造耐力の評価において  $I_s$  値を使用するのは、相対的な危険度が高いと考えられる建築後年数を経た施設において耐震化が進み、昭和 56 年に施行されたいわゆる新耐震設計基準と呼ばれる現行の耐震基準以前の基準で建てられた学校建物の大部分で耐震診断・耐震補強が既に実施されていることから、耐震診断の結果を活用することで、調査及び測定の作業負担の軽減を図ったことによる。

構造耐力は次のような項目によって評価されている。

- 架構耐力評価  $\alpha$  (100 点満点)

## 1.2.3 健全度

耐力測定をする建物が新築時以降に老朽化した度合いを調べ、構造体の劣化を評価するものであり、健全度は次のような項目から構成されている。

- ① 経年変化  $T$  (25 点満点)
- ② 筋かいのたわみ  $L$  (10 点満点)
- ③ 鉄骨腐食度  $F$  (10 点満点)
- ④ 非構造部材等の危険度  $W$  (30 点満点)
- ⑤ 架構剛性性能  $\theta$  (15 点満点)
- ⑥ 不同沈下量  $\phi$  (10 点満点)
- ⑦ 火災による疲弊度  $S$  (係数 0.5～1.0)
- ⑧ 地震等による被災歴  $E$  (係数 0.8～1.0)

全ての項目について劣化が無ければ健全度は 100 点となる。劣化の著しいものほど各項目の値は小さくなっていく。

## 1.2.4 立地条件

建物の立地条件に応じて、将来の構造耐力及び健全度に影響を及ぼすと考えられる項目を測定するものであり、立地条件は次のような項目から構成されている。

- ① 地震地域係数 (係数 0.8～1.0)
- ② 地盤種別 (係数 0.8～1.0)
- ③ 敷地条件 (係数 0.8～1.0)
- ④ 積雪寒冷地域 (係数 0.8～1.0)

⑤ 海岸からの距離

(係数 0.8~1.0)



## 第 2 章 耐力度調査票

別表第2  
(表面)

鉄骨造の建物の耐力度調査票

IV 学校種別 V 整理番号

I 調査学校	都道府県名	設置者名	学校名	学校調査番号	調査期間	平成 年 月 日 ~ 平成 年 月 日	III 結果 点数					
					調査者	職名	一級建築士登録番号	氏名	(A) 構造耐力	耐力度 ①×②×③		
					予備調査者	会社名	一級建築士登録番号	氏名	(B) 健全度			
II 調査建物	建物区分	棟番号	階数	面積	建物の経過年数		被災歴		補修歴			
			+	一階面積	建築年月	長寿命化年月	年月	種類	被災年	内容	補修年	点
				延べ面積	経過年数	年	経過年数	年				

A 構造耐力	桁行方向 X	Qu/ΣW	F	Ai	Eoi	Isi	部材	鉛直荷重時			暴風時		応力比 f/σ ≤ 1.0		1981年以前の場合	α 評点	評点合計								
								長期G+P		積雪時	許容応力 f	作用応力 σ	許容応力 f	作用応力 σ				鉛直荷重時	暴風時						
								許容応力 f	作用応力 σ	作用応力 σ															
								中央														B α = min(a,1) × min(b,1)	f α = min(B α, S α)	⑦ α = 50 × ((min(Is,0.7) + 1.3) × f α)	① = ⑦
								両端																	
								平均																	
	柱																								
	筋かい							-	-																
	二重枠内の最小値									a 1.00	b 1.00														
	張間方向 Y	Qu/ΣW	F	Ai	Eoi	Isi	部材	鉛直荷重時			暴風時		応力比 f/σ ≤ 1.0		1981年以前の場合	α 評点	評点合計								
								長期G+P		積雪時	許容応力 f	作用応力 σ	許容応力 f	作用応力 σ				鉛直荷重時	暴風時						
								許容応力 f	作用応力 σ	作用応力 σ															
中央																					S α = min(c,1) × min(d,1)	⑧ α = 50 × ((min(Is,0.7) + 1.3) × f α)	② = ⑧		
両端																									
平均																									
柱																									
筋かい							-	-																	
二重枠内の最小値									c 1.00	d 1.00															

B 健全度	① 経年変化 T	経過年数 t	判別式(建築時からの経過年数)	経過年数 t <sub>2</sub>	判別式(長寿命化改良後の経過年数)	評点	評点合計			
		年	T=(40-t)/40 =	年	T=(30-t <sub>2</sub> )/40 =	⑦	① (⑦×25) 点			
	② 筋かいのたわみ L	桁行方向 有 無	張間方向 有 無	屋根面 有 無	L=	最低値 L	評点	② = (①+②+③+④+⑤+⑥+⑦+⑧+⑨) 点		
	③ 鉄骨腐食度 F	部材区分	断面欠損を伴う腐食 無	断面欠損を伴う腐食 (10%以上の減厚)	断面を貫通する腐食	最低値 F	評点	③ = ③ (③×10) 点		
		主要構造材	1.0	0.5	0.0	F=	④ (④×10) 点			
		非主要構造材	1.0	0.5	0.0	F=	④ (④×10) 点			
	④ 非構造部材等の危険度 W	危険な要因1(0.8)	危険な要因2(0.6)	危険な要因3(0.5)	危険な要因無し(1.0)	W=	評価	評点	④ = ④ (④×30) 点	
						W=	⑤	④ (④×30) 点		
⑤ 架構剛性性能 θ	階	層間変位 δ	階高h	θ = δ/h	θの最大値	判別式	評点	⑤ = ⑤ × min(③, ⑥) 点		
		桁行方向 X	張間方向 Y	桁行方向 X	張間方向 Y	θ ≤ 1/200	1.0		⑤ (⑤×15) 点	
		1/200 < θ < 1/120	直線補間			1/120 ≤ θ	0.5			
⑥ 不同沈下量 φ	階	相対沈下量 ε	スパンL	φ = ε/L	φの最大値	判別式	評点	⑥ = ⑥ (⑥×10) 点		
		桁行方向 X	張間方向 Y	桁行方向 X	張間方向 Y	φ ≤ 1/500	1.0		⑥ (⑥×10) 点	
		1/500 < φ < 1/120	直線補間			1/120 ≤ φ	0.5			
⑦ 火災による疲弊度 S	程度	構造体変質	非構造材全焼	非構造材半焼	煙害程度	当該階の床面積 S <sub>0</sub>	被災率 S = S <sub>i</sub> /S <sub>0</sub>	判別式	評点	
	被災床面積	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>			S=0	1.0	⑦ = ⑦ (⑦×10) 点
	評価後被災面積 S <sub>i</sub>	S <sub>i</sub> = S <sub>1</sub> + S <sub>2</sub> × 0.75 + S <sub>3</sub> × 0.5 + S <sub>4</sub> × 0.25 =						0 < S < 1	直線補間	
								S=1	0.5	
⑧ 地震等による被災歴 E	被災歴なし	被災度区分軽微	被災度区分小破補修工事済み	被災度区分中破補修工事済み	被災度区分大破補修工事済み	評価		評点	評点	
		1.0	0.95	0.9	0.8			⑧	⑧ 点	

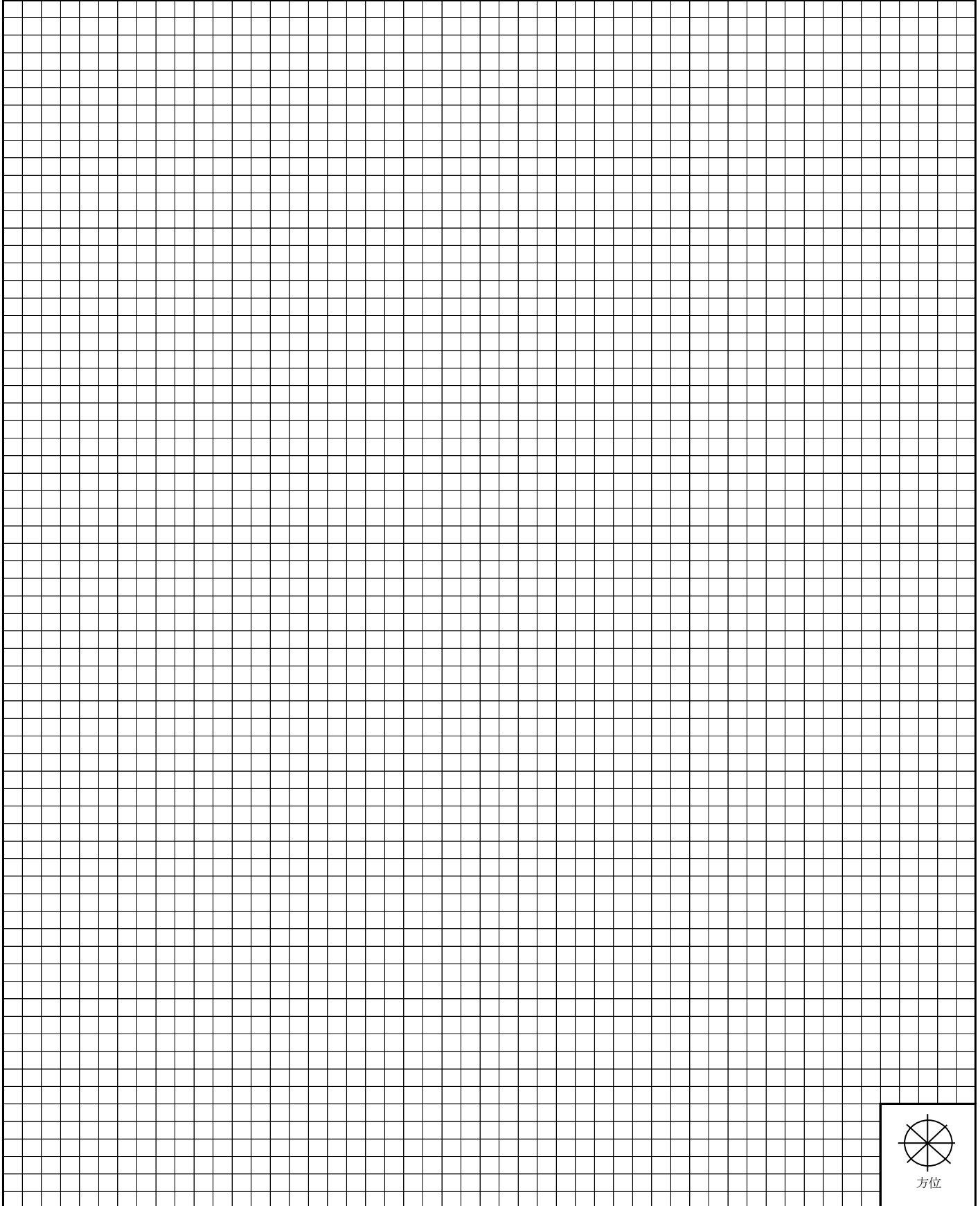
C 立地条件	① 地震地域係数	② 地盤種別	③ 敷地条件	④ 積雪寒冷地域	⑤ 海岸からの距離	評価	評点					
	四種地域	1.0	一種地盤	1.0	平坦地	1.0	その他地域	1.0	海岸から8kmを超える	1.0	C = (①+②+③+④+⑤) / 5 = + + + + + = 5 =	③
	三種地域	0.9	二種地盤	0.9	傾斜地(3m未満)	0.9	二級積雪寒冷地域	0.9	海岸から8km以内	0.9		
	二種地域	0.85	三種地盤	0.8	崖地(3m以上)	0.8	一級積雪寒冷地域	0.8	海岸から5km以内	0.8		
一種地域	0.8											

(裏面)

学校名

調査者の意見

1. 調査建物の各階の平面図、断面図を単線で図示し、筋かいの位置は、他の壁と区別できるような太線とする。
2. 寸法線と寸法(単位メートル)を記入する。
3. 著しいさびについては、平面図、断面図に図示する。
4. 余白に縮尺、建築年、延べ面積を記入する。







### 第 3 章 耐力度調査票付属説明書

### 3.1 一般事項

- (1) 調査対象学校 公立の小学校、中学校、義務教育学校、高等学校、中等教育学校、特別支援学校及び幼稚園とする。
- (2) 調査対象建物 当該学校のS造の校舎、屋内運動場及び寄宿舎とする。
- (3) 調査単位 校舎、屋内運動場及び寄宿舎の別に、棟単位（エキスパンションジョイントがある場合は別棟とみなす）、建築年単位（建築年が異なるごとに別葉）で測定する。
- (4) 調査票 公立学校施設費国庫負担金等に関する関係法令等の運用細目（以下、「運用細目」という）の別表第2の様式とする。
- (5) その他 架構にS造とRC造を併用している場合は、当該RC造部分についてRC造の調査票も作成する。

## 3.2 測定方法

調査単位ごとに耐力度調査票を用い、以下の説明に従い測定する。

### 3.2.1 調査票のⅠ～Ⅲの記入方法

Ⅰ 調 査 学 校	都道府県名	都道府県名を記入する。
	設置者名	当該学校の設置者名を記入する。
	学校名	学校名は〇〇小、〇〇中のように記入する。
	学校調査番号	当該学校の施設台帳に登録されている調査番号を記入する。
	調査期間	耐力度測定に要した期間を記入する。
Ⅱ 調 査 建 物	調査者 予備調査者	調査者の職名、建築士登録番号（一級建築士に限る）及び氏名を記入し、捺印する。 予備調査者は欄外へ会社名、建築士登録番号（一級建築士に限る）及び氏名を記入し、捺印する。
	建物区分	調査単位の建物区分（校舎、屋内運動場及び寄宿舎の別）を記入する。
	棟番号	調査単位の施設台帳に登録されている棟番号（枝番号がある場合は、枝番号まで）を記入する。
	階数	調査単位の階数を（地上階数＋地下階数）のように記入する。
	面積	調査単位の1階部分の床面積及び延べ面積を記入する。
	建築年月 長寿命化年月	調査単位の建築年（和暦）及び月を記入する。（例）〔S45年3月〕 調査単位の長寿命化改良事業の工事が完了した年（和暦）及び月を記入する。
	経過年数	耐力度測定時における新築からの経過年数を記入する。学校施設環境改善交付金交付要綱別表第1第2項に記載する長寿命化改良事業を行った建物については、長寿命化改良事業の工事が完了した時点からの経過年数を括弧書きで併記する。いずれも1年に満たない端数がある場合は切り上げるものとする。
被災歴	調査建物が災害を受けていた場合はその種類と被災年を簡明に記入する。地震で被災し、被災度区分判定が行われている場合には被災度も記入する。 （例）〔震災・小破／H23年〕	
補修歴	当該建物に構造上の補修を行った場合はその内容と補修年を簡明に記入する。 （例）〔筋かい取替／H23年〕	
Ⅲ 結 果 点 数	①構造耐力 ②健全度	$\left\{ \begin{array}{l} \text{判別式の結果} \cdots \text{小数点第3位を四捨五入} \\ \text{評点} \cdots \cdots \cdots \text{小数点第2位を四捨五入} \\ \text{評点合計} \cdots \cdots \cdots \text{小数点第1位を四捨五入} \end{array} \right.$
	③立地条件	
	耐力度	①×②×③の計算をしたうえ、小数点第一位を四捨五入する。

### 3.2.2 ①構造耐力の記入方法

#### (1) 目的

この欄は耐力度測定を行う建物が現時点において、どの程度耐力があるかを評価するものである。

## (2) 構造耐力の測定範囲

耐力度測定は当該建物及びその設計図書によって建築年が異なるごとに行うが、耐震診断時の建物区分、算定範囲等を確認して適切に結果を運用する必要がある。

また、一棟のうち一部が基準点を下回り、かつ、取り壊し対象となる場合は、その部分を取り壊したのものと残り部分の構造耐力を再評価してもよい。

設計図書は耐震診断・補強時のものを使用する。診断・補強時の設計図書で不足する場合には、原設計時の設計図書を参照するか、現地調査により不足分を追加して検討する。

## (3) 各欄の記入説明

### ○ 架構耐力評価： $\alpha$

構造耐力については、新耐震設計基準以前の建物については、1) に基づき算定した各層各方向の耐震診断結果  $I_s$  値（耐震補強が行われた建物については補強時の値）の最小値と、2) に基づき算定した鉛直荷重及び風荷重による作用応力度に対する許容応力度の比から、棟全体の構造耐力を評価する。

新耐震設計基準の建物については、 $I_s$  値を 0.7 としてよい。なお、新耐震設計基準の建物であっても、必要に応じて 1) 及び 2) に関して調査を行い、調査結果を構造耐力に反映する。

- 1) 地域係数を  $Z = 1.0$ 、振動特性係数を  $R_t = 1.0$  として計算した各階各方向の  $I_s$  値のうち、最小値を採用する。新耐震設計基準以降の建物であって、構造上問題点がないものについては、 $I_s = 0.7$  とし、評点の減点を行わない。
- 2) 新耐震設計基準以前の建物の場合には、各方向の代表的な一架構について、建築基準法施行令第 81 条～第 88 条の関連規定による鉛直荷重及び風荷重による作用応力度に対する許容応力度の比（検定比の逆数） $f\alpha$  を算定し、その最小値を評点に掛ける。新耐震設計基準以降の建物については、原則として  $f\alpha$  は満点（1.0）とするが、構造上問題点があるものについては  $f\alpha$  を算定し、その最小値を評点に掛ける。

$$f\alpha = \min(B\alpha, S\alpha) \leq 1.0$$

ここで、 $B\alpha$ ：桁行方向における部材別の検定比の逆数のうち、鉛直荷重時の最低値に、暴風時の最低値（それぞれ 1.0 を上限とする）を乗じた値。

$S\alpha$ ：張間方向における部材別の検定比の逆数について、前記  $B\alpha$  と同様に算定した値。なお、張間方向で、妻架構と中間架構のいずれの  $S\alpha$  の値が小さくなるか不明な場合は、両方について算定し、小さい方を採用する。

判別式  $\alpha = 50 \times \{ \min(I_s, 0.7) + 1.3 \} \times f\alpha$

新耐震設計基準の建物では  $f\alpha = 1.0$  とする。

### 3.2.3 ㊸健全度の記入方法

#### (1) 目的

この欄は耐力度測定を行う建物が建築時以降に老朽化した度合いを調べ、構造体の劣化を評価するものである。

#### (2) 健全度の測定範囲

測定は建築年が異なるごとに行うものとする。

#### (3) 各欄の記入説明

##### ① 経年変化： $T$

当該建物の耐力度測定時における建築時からの経過年数、または長寿命化改良事業を行った時点からの経過年数に応じて経年変化  $T$  を下式により計算する。

##### 1) 建築後、長寿命化改良事業実施前

当該建物の耐力度測定時における、建築時からの経過年数  $t$  に応じて、経年変化  $T$  を下式により計算する。ただし、 $T$  がゼロ以下の場合は、 $T = 0$  とする。

$$T = (40 - t) / 40$$

ここで、 $t$ ：建築時からの経過年数

##### 2) 長寿命化改良事業実施後

当該建物の耐力度測定時における、長寿命化改良事業を行った時点からの経過年数  $t_2$  に応じて、経年変化  $T$  を下式により計算する。ただし、 $T$  がゼロ以下の場合は  $T = 0$  とする。

$$T = (30 - t_2) / 40$$

ここで、 $t_2$ ：長寿命化改良事業実施後の経過年数

##### ② 筋かいのたわみ： $L$

軸組筋かい（桁行方向、張間方向）、屋根面筋かいの状態を調べ、たわみが見られた場合には評点に反映する。

軸組筋かいや屋根面筋かいにたわみが見られない場合  $L = 1.0$

軸組筋かいや屋根面筋かいにたわみが見られる場合  $L = 0.5$

##### ③ 鉄骨腐食度： $F$

主要構造部材（柱、大梁、軸組筋かい、軒桁、柱脚）及び非主要構造部材（つなぎ梁、耐風梁、間柱、母屋、小屋筋かい等）それぞれについて鉄骨の腐食状態を調べ、その最も腐食が進

んだ部材により評価する。なお、診断結果に腐食の影響が反映されている場合には、評点の減点を行わない。

構造部材には断面欠損（減厚）を伴う腐食は発生していない

$$F = 1.0$$

構造部材に断面欠損（10%以上の減厚）を伴う腐食が発生している

$$F = 0.5$$

構造部材に断面を貫通する腐食が発生している

$$F = 0.0$$

#### ④ 非構造部材等の危険度：W

非構造部材や非構造部材の取り付け部、設備、二次部材（母屋・胴縁など）等の状態を調査し、危険の要因が見つかった場合には評点に反映する。非構造部材、設備機器、二次部材やそれらの取り付け部における危険の要因は

- 1) 6 m 超の高さもしくは水平投影面積 200 m<sup>2</sup> 超に設置された単位面積質量 2 kg/m<sup>2</sup> 超の吊り天井の耐震対策が行われていない。
- 2) ラスモルタルや縦壁挿入筋構法の ALC パネルなど、変形追従性の乏しい壁が取り付けられている。
- 3) 非構造部材の取り付け部が腐食している。
- 4) 二次部材や二次部材の接合部に腐食や損傷が見られる。
- 5) 硬化性シーリング材を用いたはめ殺しの窓ガラスが設置されている。
- 6) 窓ガラスのサッシがスチールサッシである。
- 7) 地震時に照明が落下する可能性がある（耐震対策が行われていない）。
- 8) 地震時に設備（照明以外）が落下する可能性がある（耐震対策が行われていない）。
- 9) コンクリートブロックの外壁や間仕切りが設置されている。

が挙げられる。上記の他にも、地震時だけでなく通常使用時において破損・落下の危険性が危惧される部位が存在する場合には、1 種類の項目ごとに危険の要因が一つあると数える。

非構造部材、設備機器、二次部材等やそれらの取り付け部に

危険の要因は見られない場合  $W = 1.0$

危険の要因が一つ存在する場合  $W = 0.8$

危険の要因が二つ存在する場合  $W = 0.6$

危険の要因が三つ以上存在する場合  $W = 0.5$

⑤ 架構剛性性能： $\theta$

新耐震設計基準以前の建物については、二方向の架構の架構剛性性能  $\theta$  ( $W$  (建築基準法施行令第 87 条に規定する風圧力) 並びに  $K$  (同法施行令第 88 条に規定する地震力) で発生する層間変形) を下式により算出し、大きい方の値により評価する。

$$\theta = \delta/h$$

ここで、 $h$ ：階高

$\delta$ ：層間変位

判別式	$\theta \leq 1/200$ .....	1.0
	$1/200 < \theta < 1/120$ .....	直線補間
	$1/120 \leq \theta$	..... 0.5

⑥ 不同沈下量： $\phi$

各階の張間・桁行両方向について沈下量測定を行い、相対沈下量の最大値により評価する。なお、測定マークは構造体に設定することを原則とするが、それが困難な場合は構造体より 1 m の範囲内に設定する (例えば窓台等)。

$$\phi = \varepsilon/L$$

ここで、 $\varepsilon$ ：各方向の隣り合う柱間の相対沈下量

$L$ ：隣り合う柱間の距離

判別式	$\phi \leq 1/500$ または測定しない場合.....	1.0
	$1/500 < \phi < 1/120$	..... 直線補間
	$1/120 \leq \phi$	..... 0.5

⑦ 火災による疲弊度： $S$

当該建物が耐力度測定時までには火災による被害を受けたことがある場合、その被害の程度が最も大きい階について被災面積を求め、その階の床面積に対する割合をもって評価する (表 1)。

$$S = S_t/S_0$$

ここで、 $S_t$ ： $S_1 + S_2 \times 0.75 + S_3 \times 0.5 + S_4 \times 0.25$

$S_0$ ：当該階の床面積

$S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$ ：表 1 の被災程度により区分される床面積

表 1 被災程度と床面積

被災面積	被災程度の区分
$S_1$	構造体変質： 火災により非構造材が全焼し、構造体が座屈したもの
$S_2$	非構造材全焼： 火災により非構造材が全焼し塗装が焼損したが、構造体には異常が認められないもの
$S_3$	非構造材半焼： 火災により非構造材が半焼したもの
$S_4$	煙害程度： 火災により煙害または水害程度の被害を受けたもの

判別式  $S = 0 \cdots \cdots \cdots 1.0$   
 $0 < S < 1 \cdots \cdots \cdots$  直線補間  
 $S = 1 \cdots \cdots \cdots 0.5$

⑧ 地震等による被災歴： $E$

被災歴が無いあるいは経験した最大の被災が被災度区分判定で軽微に区分される場合

$$E = 1.0$$

被災度区分判定で小破に区分される被害を受け、補修工事が行われている場合

$$E = 0.95$$

被災度区分判定で中破に区分される被害を受け、補修工事が行われている場合

$$E = 0.9$$

被災度区分判定で大破に区分される被害を受け、補修工事が行われている場合

$$E = 0.8$$

3.2.4 ③立地条件の記入方法

(1) 目的

この欄は耐力度測定を行う建物の立地条件について調べるものである。

(2) 各欄の記入説明

① 地震地域係数

地域区分は建設省告示第 1793 号（最終改正：平成 19 年国土交通省告示第 597 号）第 1 に



に基づき、該当するものを○で囲む。

② 地盤種別

地盤種別は基礎下の地盤を対象とし建設省告示第 1793 号（最終改正：平成 19 年国土交通省告示第 597 号）第 2 に基づき、該当するものを○で囲む。

③ 敷地条件

建物が崖地の上端近くや傾斜地に建設されている場合には、該当するものを○で囲む。

④ 積雪寒冷地域

積雪寒冷地域は義務教育諸学校の施設費の国庫負担等に関する法律施行令第 7 条第 5 項の規定に基づき、該当する地域区分を○で囲む。

⑤ 海岸からの距離

当該建物から海岸までの直線距離に該当する部分を○で囲む。

### 3.2.5 図面の記入方法

調査対象建物の平面図、断面図等を記入する。

建築年が異なる場合は 1 棟全体を記入し、調査対象の範囲を明示する。



## 第 4 章 耐力度調査票付属説明書の解説

## 4.1 構造耐力

### 4.1.1 構造耐力の測定範囲

#### (2) 構造耐力の測定範囲

耐力測定は当該建物及びその設計図書によって建築年が異なるごとに行うが、耐震診断時の建物区分、算定範囲等を確認して適切に結果を運用する必要がある。

また、一棟のうち一部が基準点を下回り、かつ、取り壊し対象となる場合は、その部分を取り壊したものとして残りの部分の構造耐力を再評価してもよい。

設計図書は耐震診断・補強時のものを使用する。診断・補強時の設計図書で不足する場合には、原設計時の設計図書を参照するか、現地調査により不足分を追加して検討する。

構造耐力の測定は、校舎、屋内運動場、寄宿舎別に棟単位で行うことを原則としている。一つの棟がエキスパンションジョイントで区切られている時は区切られた各部を一つの棟と考える。建物が何年度かにわたってエキスパンションジョイント無しに増築された場合は棟全体で評価する。

調査に当たっては、設計図書がない場合はもちろんのこと、設計図書がある場合でも、現地調査によって現建物の実態を確かめることが推奨される。これは、健全度の測定においても必要であるとともに、S造においては、わずかな変更でも耐力に大きな影響を及ぼすことが多いからであり、特に接合部における溶接継目の種類・状態、接合ボルトの種類・本数・位置には注意を払う必要がある。設計図書と実際の主要部材、主要接合部が異なる場合には、図面を修正した上で、実際の状態に基づき評価する。

#### (3) 各欄の記入説明

##### ○ 架構耐力評価： $\alpha$

構造耐力については、新耐震設計基準以前の建物については、1) に基づき算定した各層各方向の耐震診断結果  $I_s$  値（耐震補強が行われた建物については補強時の値）の最小値と、2) に基づき算定した鉛直荷重及び風荷重による作用応力度に対する許容応力度の比から、棟全体の構造耐力を評価する。

新耐震設計基準の建物については、 $I_s$  値を 0.7 としてよい。なお、新耐震設計基準の建物であっても、必要に応じて 1) 及び 2) に関して調査を行い、調査結果を構造耐力に反映する。

1) 地域係数を  $Z = 1.0$ 、振動特性係数を  $R_t = 1.0$  として計算した各階各方向の  $I_s$  値のうち、最小値を採用する。新耐震設計基準以降の建物であって、構造上問題点がないものについては、 $I_s = 0.7$  とし、評点の減点は行わない。

2) 新耐震設計基準以前の建物の場合には、各方向の代表的な一架構について、建築基準法施行令第81条～第88条の関連規定による鉛直荷重及び風荷重による作用応力度に対する許容応力度の比（検定比の逆数） $f\alpha$ を算定し、その最小値を評点に掛ける。新耐震設計基準以降の建物については、原則として $f\alpha$ は満点（1.0）とするが、構造上問題点があるものについては $f\alpha$ を算定し、その最小値を評点に掛ける。

$$f\alpha = \min(B\alpha, S\alpha) \leq 1.0$$

ここで、 $B\alpha$ ：桁行方向における部材別の検定比の逆数のうち、鉛直荷重時の最低値に、暴風時の最低値（それぞれ1.0を上限とする）を乗じた値。

$S\alpha$ ：張間方向における部材別の検定比の逆数について、前記 $B\alpha$ と同様に算定した値。なお、張間方向で、妻架構と中間架構のいずれの $S\alpha$ の値が小さくなるか不明な場合は、両方について算定し、小さい方を採用する。

判別式  $\alpha = 50 \times \{\min(I_s, 0.7) + 1.3\} \times f\alpha$

新耐震設計基準の建物では $f\alpha = 1.0$ とする。

構造耐力は地域係数を $Z = 1.0$ 、振動特性係数を $Rt = 1.0$ として計算した $I_s$ 値に基づき、鉛直荷重及び風荷重を考慮して総合評点を100点満点で評価する。 $I_s$ 値は保有水平耐力と部材・接合部の塑性変形能力を総合的に表した値であり、新耐震設計基準の建物と同等の耐震性能を有しているかを判断できる値であるとともに、新耐震設計基準以前の建物では多くの場合、耐震診断・耐震補強時に既に評価されている。

#### 1) $I_s$ 値

$I_s$  値は、屋内運動場については「屋内運動場等の耐震性能診断基準」<sup>1)</sup>に、校舎、寄宿舎等については「耐震改修促進法のための既存鉄骨造建築物の耐震診断および耐震改修指針・同解説」<sup>2)</sup>によって算出する。なお、地域係数を $Z = 1.0$ 、振動特性係数を $Rt = 1.0$ として計算した値を使う。

また、S造の建物では経年に伴い鋼材の腐食（さび）により断面欠損が生じると、耐力及び靱性が低下する。新耐震設計基準の建物を含め、耐力度調査の際に耐震診断を実施する場合には腐食の影響を考慮して耐力と靱性を評価し、改めて $I_s$ 値を算出して構造耐力に反映する。改めて耐震診断を行わない場合で、 $I_s$ 値に鋼材の腐食（さび）の影響が反映されていない場合には、健全度において評価する。

#### ① 旧耐震設計基準で設計された建物（診断済み）

新耐震設計基準以前の建物で耐震診断結果（耐震補強が行われた建物については補強後の

値)がある場合はその結果を用いるが、診断時・補強時からの経年によって建物の状態が変化することや、溶接部に対して超音波探傷検査を行うと新たな欠陥が発見されることもある。また、アンカーボルトのはしあきが不足しており柱脚部の耐力に問題がある場合など、診断時や補強時以降に明らかとなったあるいは周知された知見により危険箇所が見つかることもあることから、再調査を行った上で改めて耐震診断を行いその結果を用いてもよい。

## ② 旧耐震設計基準で設計された建物（未診断）

新耐震設計基準以前の建物で耐震診断が未実施のものについては耐震診断の手法を用いて  $I_s$  値を算定する。なお、現行の耐震診断において適用範囲外となっている軽量鉄骨構造の建物については、溶接部を板厚と等しいサイズの隅肉溶接と仮定し、耐震診断の手法を用いて評価を行う。

## ③ 新耐震設計基準で設計された建物

新耐震設計基準の建物で、構造上問題点がないものについては  $I_s = 0.7$  とするが、地震等で被災し現状復旧による補修工事を行った場合など、建築後の状態の変化があり構造耐力などが設計時の想定とは異なると考えられる場合や、超音波探傷検査による調査を行った結果溶接部に欠陥が発見された場合、変形能力に問題があることがわかった筋かい材が使用されている場合、アンカーボルトのはしあきが不足している場合など、新耐震設計基準の施行後に得られた新たな知見を踏まえると構造耐力などが設計時の想定とは異なると考えられる場合については、必要に応じて調査結果に基づき現状を反映した耐震診断を行い、 $I_s$  値を求める。

耐震補強を行った建物または新耐震設計基準の建物においても存在する構造上の問題点としては、以下のものが挙げられる。

### a. 完全溶け込み溶接の欠陥

平成7年に発生した兵庫県南部地震では、多くのS造建物において、柱梁接合部での破断被害が発生した。その原因の一つとして、溶接部における施工・検査の問題が挙げられる。新耐震設計基準の建物であっても比較的古い建物では超音波探傷検査が行われていないものも多く、超音波探傷検査を行うと内部欠陥が見つかる場合がある。超音波探傷検査により内部欠陥が見つかった場合は、「屋内運動場等の耐震性能診断基準」<sup>1)</sup>並びに「耐震改修促進法のための既存鉄骨造建築物の耐震診断および耐震改修指針・同解説」<sup>2)</sup>を参考に接合部の耐力と靱性指標を評価する。また、外観検査によりアンダーカットやずれ、食い違いが見つかった場合には、状況に応じて接合部の耐力と靱性指標を評価する。

### b. 隅肉溶接のサイズ不足

前述した完全溶け込み溶接の場合と同様、平成7年に発生した兵庫県南部地震を契機に、

隅肉溶接においても溶接部における施工・検査の問題が指摘された。新耐震設計基準の建物であってもサイズが設計図書通りであるか、有害な傷が見当たらないかなど外観検査を行い、必要に応じて接合部の耐力と靱性指標を評価する。

c. 建築用 JIS ターンバックルでないターンバックルブレースの変形能力不足

変形能力が保証された建築用 JIS ターンバックルが指定建築材料になったのは平成 12 年であり、それ以前の建物では建築用 JIS ターンバックルでないターンバックルブレースが使われている場合がある。それらの中には、変形能力のないものも含まれており、平成 23 年の東日本大震災では新耐震設計基準の体育館において軸部が塑性化する前に破断したのが見られた<sup>3)、4)</sup> (写真 4.1)。建築用 JIS ターンバックルでないターンバックルブレースが使われている場合には、保有耐力接合されていない場合と同様とし、靱性指標を最低値 (「屋内運動場等の耐震性能診断基準」<sup>1)</sup>により診断する場合には 1.3、「耐震改修促進法のための既存鉄骨造建築物の耐震診断および耐震改修指針・同解説」<sup>2)</sup>により診断する場合には 1.0) とする。



写真 4.1 新耐震設計基準の体育館における建築用 JIS ターンバックルでないターンバックルブレースの早期破断

d. 鋼管に一枚のガセットプレートが割り込まれた筋かいの変形能力不足

鋼管を軸材に用い、接合部において一枚のガセットプレートが割り込まれた筋かいが座屈すると、図 4.1 及び写真 4.2 に示すように割り込まれた鋼板と鋼管の境に塑性ヒンジができ、この部分に変形が集中する。また、一枚のガセットプレートで一面せん断により接合されていると、接合部自体に偏心曲げが生じることから座屈しやすい。このような被害は、平

成 23 年の東日本大震災では新耐震設計基準の体育館で見られた<sup>3)、4)</sup>が、図 4.1 に示すようなモードでの座屈に関する研究は比較的新しく<sup>5)、6)、7)</sup>、最近まで接合部に变形が集中して座屈することは意識されてこなかったことから、比較的新しい体育館でもこのような筋かいは使用されている。このような筋かいは軸部降伏前に接合部が破壊することから、最小断面で耐力を評価し、靱性指標についても保有耐力接合されていない場合と同様に最低値（「屋内運動場等の耐震性能診断基準」<sup>1)</sup>により診断する場合には 1.3、「耐震改修促進法のための既存鉄骨造建築物の耐震診断および耐震改修指針・同解説」<sup>2)</sup>により診断する場合には 1.0)とする。



図 4.1 鋼管に一枚のガセットプレートが割り込まれた筋かいの座屈変形



写真 4.2 新耐震設計基準で建てられた建物における鋼管に一枚のガセットプレートが割り込まれた筋かいの座屈

e. 伸び能力のないアンカーボルトが用いられた柱脚の変形能力不足

平成 7 年兵庫県南部地震では、多くの S 造建物で露出柱脚の破断被害が発生した。その原因として、露出柱脚をピンと仮定したことによりアンカーボルトに作用する引抜力が設計時に考慮されなかったこと、露出柱脚を半剛接と仮定して設計した場合であっても伸び能力が保証されたアンカーボルトが使用されなかったことが挙げられる。これを受けて、平成 7 年 12 月の建設省告示第 1791 号の改正により、柱脚において早期破断が生じる恐れがない



ことを確かめることが規定された。平成 12 年には、日本鋼構造協会が伸び能力が保証されたアンカーボルト ABR、ABM の規格を制定した。これらの規定が制定される前に建設された建物では、新耐震設計基準の建物であっても柱脚の変形能力が不足している可能性があり、平成 23 年の東日本大震災では新耐震設計基準の体育館において柱脚アンカーボルトが破断したのが見られた<sup>3)、4)</sup> (写真 4.3)。近年では変形性能が保証された柱脚として一般評定を取得した工法も実用化されているが、設計図書により ABR、ABM の使用が確認できる場合や変形能力が保証された柱脚が使用されていることを確認できる場合 (最近の建物に限られるので、一般に耐力度調査の対象となる建物では、伸び能力のないアンカーボルトが使用されていることが多い) を除き、保有耐力接合になっておらずかつ伸び能力のないアンカーボルトの使用が疑われる場合には柱脚の塑性変形能力が乏しいと判断し、靱性指標を最低値 (「屋内運動場等の耐震性能診断基準」<sup>1)</sup>) により診断する場合には 1.3、 「耐震改修促進法のための既存鉄骨造建築物の耐震診断および耐震改修指針・同解説」<sup>2)</sup> により診断する場合には 1.0) とする。

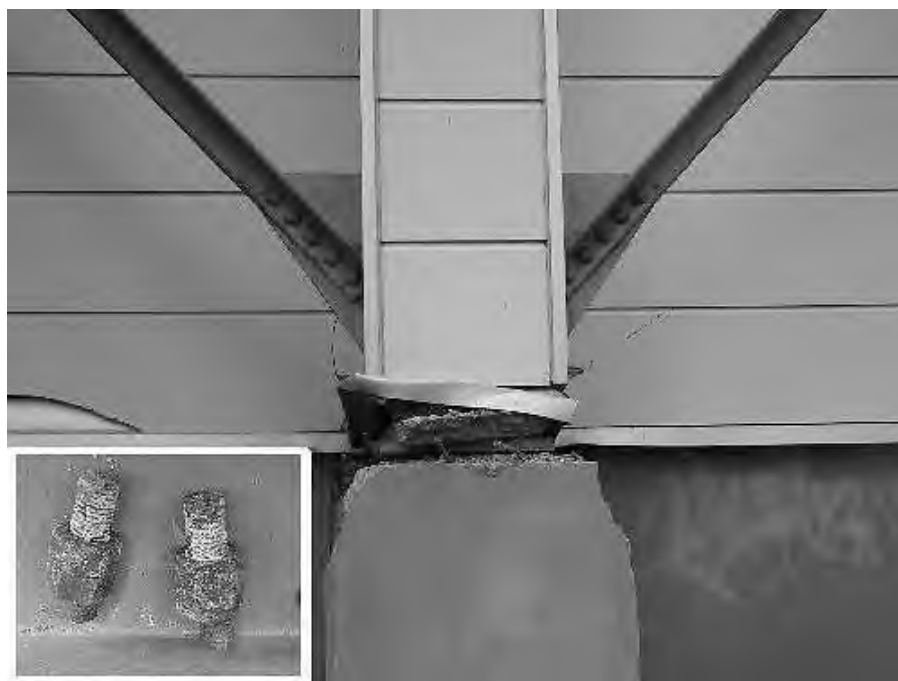


写真 4.3 新耐震設計基準の体育館における露出柱脚アンカーボルトの破断

f. アンカーボルトのはしあきが不足している場合

平成 23 年に発生した東日本大震災や平成 28 年に発生した熊本地震においても、新耐震設計基準の体育館や耐震補強済みの体育館において、写真 4.4～4.6 に例示するように、大きなせん断力が作用するブレース付き露出柱脚や鉄骨置き屋根定着部において、コンクリートの側方破壊が発生した。側方破壊は一般にアンカーボルトのはしあき (図 4.2 に示すような応力 (せん断力) 作用方向の縁端距離をここでは「はしあき」と呼ぶ) が不足している場



写真 4.4 新耐震設計基準の体育館で発生した露出型柱脚における側方破壊



写真 4.5 耐震補強済みの体育館で発生した露出型柱脚における側方破壊

合に起こる被害である。アンカーボルトのはしあきについては、昭和 60 年に日本建築学会から刊行された「各種合成構造設計指針・同解説」<sup>8)</sup>に設計式が示されていたが、それ以前の古い建物では設計式が示される以前に設計されたため検討されていなかったこと、新しい建物であっても柱脚の設計式が示されている「鋼構造接合部設計指針」<sup>9)</sup>にはコンクリート側の設計が示されていないこと、構造設計に関する建築基準法関係の解説書である「建築物の構造関係技術基準解説書」<sup>10)</sup>においてもアンカーボルトのはしあきについて言及されたのが平成 27 年版からであることもあり、近年新築された建物や耐震補強がなされた建物



写真 4.6 鉄骨置屋根定着部における側方破壊

(参考：耐力度調査では鉄筋コンクリート構造として評価する部位)

であっても、設計時に必ずしも考慮されていないことが被害の一因である。また、診断・補強時の準拠基準である「屋内運動場等の耐震性能診断基準」<sup>1)</sup>並びに「耐震改修促進法のための既存鉄骨造建築物の耐震診断および耐震改修指針・同解説」<sup>2)</sup>においても、アンカーボルトのはしあきについては触れられていないことから、診断・補強時において見落とされていることも多い。側方破壊により耐力が決まる場合には、柱脚には変形能力は期待できないことから、靱性指標を最低値（「屋内運動場等の耐震性能診断基準」<sup>1)</sup>により診断する場合には 1.3、「耐震改修促進法のための既存鉄骨造建築物の耐震診断および耐震改修指針・同解説」<sup>2)</sup>により診断する場合には 1.0) とする。

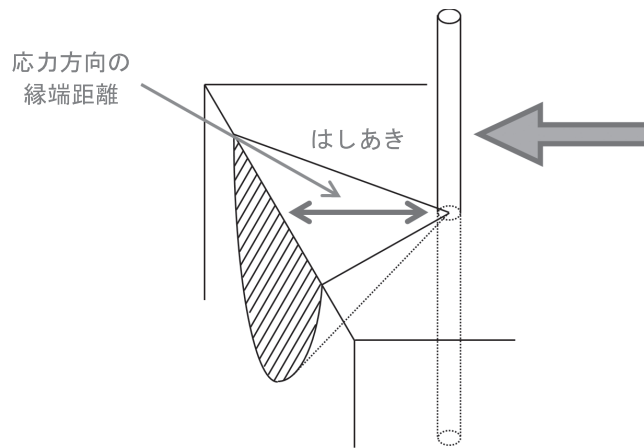


図 4.2 アンカーボルトのはしあき

地震時に大きなブレース付き柱脚のアンカーボルトに十分なはしあきが確保されていない場合、水平力伝達能力を早期に喪失する可能性が高い。建物を引き続き使用するには、耐震性能の観点から構造設計を見直し、適切な補強を行う必要がある。また、RC 造における耐力度評価の範疇ではあるが、露出型柱脚と同様の接合部である R タイプ屋内運動場の置屋根定着部における側方破壊は、高所から重量のあるコンクリート塊が落下することから、極めて危険である。十分なはしあきが確保されていない建物を引き続き使用するには、早急に対策をとる必要がある。

## 2) 作用応力度に対する許容応力度の比（検定比の逆数）

新耐震設計基準以前の建物では、鉛直荷重並びに風荷重に対する許容応力度計算を行い、許容応力度を超える部材の有無を検討する。これは、耐震診断時において鉛直荷重並びに風荷重に対する検討が行われていないことに拠る。雪荷重については、一般地であっても屋根の形状が平らな場合のように雪が積もりやすい建物では検討が必要である。写真 4.7 に、平成 26 年 2 月の首都圏における大雪で倒壊した耐震補強済の体育館の例を示す。この体育館は横座屈の検定が必須とされる前に建てられたものであり、耐震診断・補強時にも地震力に対する検討・対策は行われていたが、鉛直荷重に対する検討・対策は行われていなかったため、大雪による鉛直荷重によりスパン中央で梁が横座屈し、倒壊した。雪荷重は地震荷重とは異なり、短期荷重であっても瞬時に荷重方向が反転し除荷することは無い。鉛直荷重に対する検定で問題があった場合には、倒壊を危惧すべき危険な状態であることから、対策を検討すべきである。

作用応力度  $\sigma$  は部材別に建築基準法施行令第 81 条～第 88 条の関連規定に基づき算定する。ここで考慮する応力の組合せは同法施行令第 82 条に定めるものと同じであり、鉛直荷重時、暴風時の 2 つに対して固定荷重、積載荷重、積雪荷重、風圧力によって生ずる応力を通常の弾性解析によって求め、各荷重時の、梁中央、梁端部、柱、及び筋かい材について、上記応力に対する許容応力度の比（検定比の逆数）を算定し、その中から、鉛直荷重時、水平荷重時