

3) 構造的強度の評価における問題点

有蓋構造物において、既往簡易耐震診断表における構造的強度を示す指標である「方向別壁面積/池面積」、「総深さ」、「型式」、「上載土厚」を抽出して集計すると、耐震性のない構造物と耐震性のある構造物の評価結果の差が小さくなっていることが分かる（表 R4.6）。また、無蓋構造物においては構造的強度を示す指標としては「壁面積/池面積」のみであり、今回収集した無蓋構造物では、耐震性の有無にかかわらず一定の数値となっている。

すなわち、既往の簡易耐震診断表では、地盤種別や液状化などの立地条件、可とう管の有無や伸縮目地などの貯水維持機能条件に左右される形で耐震性の高低が評価されており、構造物の強度に対する評価については耐震性の有無にかかわらずそれほど大きくない。しかし、簡易耐震診断とは詳細耐震診断に向かう前段階としてふるい分けや優先順位づけを行うために実施する手法の一つであることを考慮すると、その構造物の持つ強度・耐力は非常に重要な項目であると考えられる。

こうしたことから、より精度の高い簡易耐震診断を行うためには、既往簡易耐震診断表の「構造的強度」の評価方法の改善に向けた検討を行う必要があると判断される。

表 R4.6 構造的強度部分の簡易耐震診断の適用（有蓋構造物）

項目	耐震性なし							耐震性あり												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
方向別壁面積 池面積	1.5	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0
総 深	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.0	1.3	1.0	1.3	1.3
型 式	1.4	1.4	1.4	1.4	1.0	1.0	1.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.4
上置土厚	1.2	1.2	1.2	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
評 点	2.5	3.3	1.7	2.1	1.2	1.5	1.5	2.7	3.3	2.1	2.1	1.4	2.2	1.3	1.3	1.2	1.3	1.5	1.3	1.8

(3) 構造的強度評価方法の検討

1) 方向別壁面積/池面積

構造的強度の評価項目の検討に当たり、まず、強度及び耐震性に大きく影響する評価項目として「壁の量の多さ」について着目した。壁量の多さは、池面積に対する方向別壁面積の比率で評価され、既往簡易耐震診断表においては、面積比率が 0.05 を超えるかどうかで耐震性の有無が判定されている。

図 R4.1 は、表 R4.2 及び表 R4.3 に示されている構造諸元を基に、耐震・非耐震の有蓋・無蓋構造物の方向別壁面積と池面積の比率と池容量とを求め、その関係を示したものであるが、この図は、既往の判定基準では、小規模の非耐震構造物に対して「耐震性あり」の判定となる場合があることを示している。このことは、小規模構造物ほど池面積は小さくなるが、壁の面積（壁の厚さ）は施工上の制限からあまり小さく（薄く）することができないためであると考

えられる。

こうしたことから、現行の判定基準である一律 0.05 から、池容量 1,000m³未満では 0.07、1,000m³以上では 0.04 として、池容量に応じて評価基準を変えることにより規模別に適正な評価が可能となると考えられる。

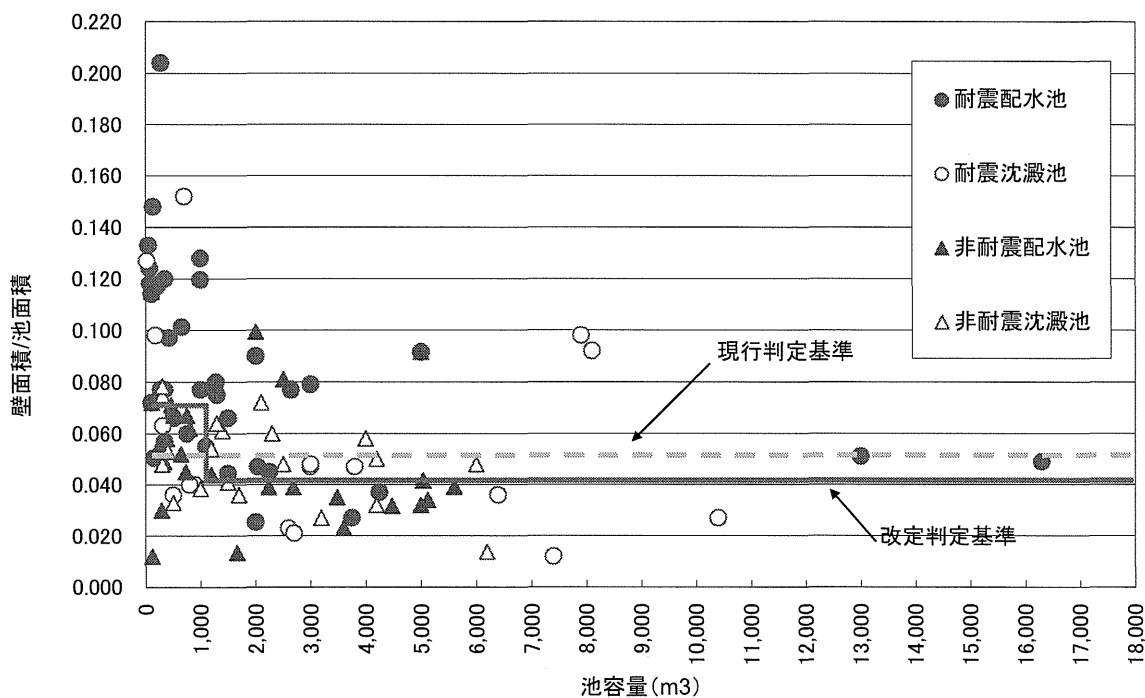


図 R4.1 方向別壁面積/池面積比と池容量の関係

2) 側壁の厚さ

次に、強度及び耐震性に大きく影響する他の評価項目として「側壁の厚さ」について検討した。一般に、鉄筋コンクリートは、作用する圧縮力にはコンクリートが働き、引張力には（稀には圧縮力にも）鉄筋が効果的に作用するという原理から、側壁の強度はコンクリートの厚さが支配的要因ではあるものの、鉄筋量も考慮する必要がある。しかし、中小水道事業体における竣工配筋図（使用鉄筋の太さや間隔を示す図面）の保有状況を調査したところ、旧基準適用構造物の 30～40%が鉄筋量不明となっており（章末の参考「配水池・沈澱池等の竣工図等の保有状況」を参照のこと）、鉄筋量を考慮した側壁厚さの評価が困難である。こうしたことから、側壁強度の支配的要素であるコンクリート厚さのみを評価することとした。

図 R4.2 は耐震・非耐震の配水池・沈澱池の側壁高さと同側壁厚さの実績値を示したものである。鉄筋量を無視しているため数値にややバラツキを生じているが、非耐震構造物では、側壁厚はすべて側壁高の 10%以下であり、耐震構造物についても、概ね側壁高の 10%である傾向が示されていることから、判定基準として有効であると考えられる。

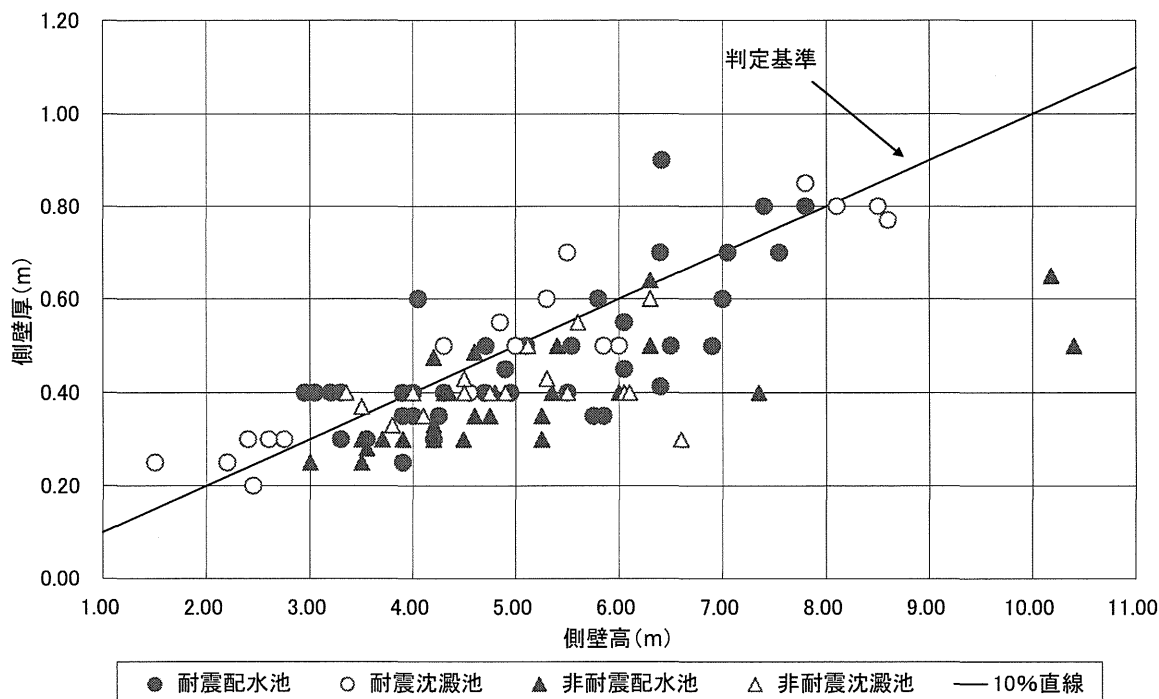


図 R4.2 壁の高さと厚さの関係

3 新たな簡易耐震診断表(案)の提案

(1) 新簡易耐震診断表(案)における評価項目

有蓋及び無蓋の池状構造物の新簡易耐震診断表(案)は、基本的に既往の簡易耐震診断表の評価項目をベースとし、現況の土木技術水準などを踏まえて評価項目の追加・削除を行った。その際の基本的な考え方として、評価項目を「立地条件等」、「構造的強度」、「貯水機能保持力」の3つの大項目に分類し、これら进行评估の上、想定地震動レベルを考慮することとした。

表 R4.8 に、有蓋・無蓋構造物の新簡易耐震診断表(案)の評価項目案を示す。

・立地条件等

東日本大震災により被災し構造物等に大きな被害が発生した地域では液状化や盛土地盤の崩壊などが見受けられたことから、構造物が築造されている場所の影響は非常に大きいと考えられるため、「立地条件等」として、既往簡易耐震診断表の評価項目である「地盤」、「液状化」、「施工地盤」、「位置」の4項目を設定する。

・構造的強度

構造物本体の強度に関する項目として、設計時に適用した耐震工法指針の構造物強度に与える影響は極めて大きい。「竣工年度」は、旧「建設年代」と同様に設計時の適用耐震工法指針による評価を意図するものであるが、設計施工に要する年数(おおむね4年)を考慮した上で年度わけを行った。また、「側壁厚の側壁高に対する比率」は新たな評価項目であり、壁厚さの適切さを評価するものであり、特に「無蓋池状構造物」における「総深」の評価に代わるものといえる。また、構造物の経年化が著しいと構造物の強度を低下させることから、「老朽度」は「劣化度」と変えて評価項目とし、「側壁厚と側壁高」を合わせた4項目により「構造的強度」として評価する。

表 R4.8 新簡易耐震診断表（案）における評価項目（有蓋及び無蓋構造物）

評価項目		区分	
耐震性能	立地条件等	地盤種別	I 種
			II 種
			III 種
		液状化	なし
			おそれあり
			あり
		施工地盤	地山、切土
			傾斜地等
			山頂
	盛土		
	位置	地下	
		半地下	
		地上	
	構造的強度	竣工年度	1983～2000年
			1970～1982年
			1957～1969年
			1956年以前
		方向別壁面積 池面積	基準値以上
			基準値未満
		側壁厚 側壁高	基準値以上
基準値未満			
劣化度	小		
	中		
	大		
水密性	可撓管	あり	
		なし	
	伸縮目地	なし	
		あり	
想定震度		5+、6-	
		6+、7	

※1997年以降の耐震工法指針適用の施設については「耐震性あり」とし、簡易耐震診断の対象外とする。

・水密性（貯水保持力）

池状構造物と場内配管との接続部の可撓管、及び RC 構造物の伸縮目地は、対象構造物の水密性・貯水保持力という基本性能に大きく影響する。可撓管の評価は既往診断表と同様であるが、伸縮目地については、旧「良、不良」の判定が目視では困難であるため、「なし、あり」の評価に変更した。

・震度階（想定地震の震度）

簡易耐震診断が対象とする浄水施設等の構造物は「重要度」が高いことから、想定地震動レベルは、以下に示すレベル1又はレベル2の地震動のうち、原則としてレベル2地震動とする。

レベル1地震動：当該施設の設置地点において発生すると想定される地震動のうち、当該施設の供用期間中に発生する可能性の高いもの

レベル2地震動：当該施設の設置地点において発生すると想定される地震動のうち、最大規模を有するもので、通常、レベル2>レベル1である

さらに、レベル2地震動に対応する想定地震の震度は、当該地域の特性に応じて以下の2段階のうちいずれかを選定する。この震度階には震度5弱を入れていないが、近年の震度5弱の地震においては浄水施設の被害は見当たらないことから、これを除外する。

- 1) 震度 5 強又は震度 6 弱
- 2) 震度 6 強又は震度 7

・削除項目

「材質」については、レンガ造り・石造りは歴史的遺産として保存される場合を除いて極めて稀であり、今回調査の構造物を含め、現存する水道施設の構造物はそのほとんどが鉄筋コンクリート構造物であるため、新簡易耐震診断表の評価項目としては除外した。また、有蓋構造物の構造的強度の評価として使用されていた「総深」、「型式」、「上置土圧」について、「総深」は「側壁厚と側壁高」で評価でき、「型式」、「上置土圧」は今回収集した構造物の調査結果から、構造物の強度を表す指標としての相関が非常に低く、大きな影響を与えないことから、これらを除外する。

(2) 重み係数

新簡易耐震診断表(案)における各評価項目の重み係数は、既往の簡易耐震診断表における設定値をベースとし、これを実際の構造物に適用したケーススタディを実施し、整合性の取れない場合など、必要に応じて設定変更を行うこととした。

(3) 耐震性の判定基準

有蓋・無蓋構造物の耐震性は、「立地条件等」、「構造的強度」、「水密性」の総合評価結果として「耐震性能」を求め、更に、想定する「震度」を考慮し最終的な評価結果として判定する。

新簡易耐震診断表では評価内容及び評価項目数が既往診断表とは異なることから、新たな耐震性判定基準が必要である。このため、詳細耐震診断結果等により耐震性の有無が明らかで、新診断表による耐震診断を実施した 69 の構造物のデータを用い、ROC 解析による統計的手法によって耐震性判定基準を策定した。

ROC 解析の結果、「耐震性あり、耐震性なし」を区分する判別値は、耐震性の総合得点で $18.03 \div 18$ である。簡易耐震診断表の耐震性判定は「高い」、「中」、「低い」の 3 段階であることから、この判別値を中心に幅を持たせて判定値とすることとし、試行錯誤的な検討の結果から ± 6 の幅を持たせ、以下のとおり設定する。

耐震性高い： $(18 - 6 =) 12 >$ (既往診断表では、無蓋構造物 $7 >$ 、有蓋構造物 $10 >$)

耐震性中： $12 \sim 24$ (同 無蓋構造物 $7 \sim 15$ 、有蓋構造物 $10 \sim 17$)

耐震性低い： $(18 + 6 =) 24 <$ (同 無蓋構造物 $15 <$ 、有蓋構造物 $17 <$)

この耐震性判定値を、耐震性の有無が既知の構造物データに当てはめると、図 R4.3 に示す分布状況となる(ただし、この図では得点が 48.0 を超える「耐震性なし」の 13 構造物及び「耐震性あり」の 3 構造物は、図の枠外であるため表示していない)。

この図では、「耐震性なし」の構造物は 1 件を除いて「耐震性が低い」及び「中」に分布しており、また、「耐震性あり」の構造物は若干の例外はあるものの「耐震性が高い」及び「中」に分布している。こうしたことから、詳細耐震診断結果と整合性のある結果が概ね得られることが示され、簡易的な耐震性判定基準として十分な精度を持つものと考えられる。

ただし、簡易耐震診断は、鉄筋コンクリート壁の厚さのみを評価し鉄筋量の多少を評価していないこと、構造物の基礎形式も考慮していないことなどの耐震性判定の精度低下を招く要素も含むものであって、このことは簡易耐震診断の限界を示唆していると言える。

注) ROC 解析は、第 2 次世界大戦中に飛行機を発見するレーダーシステムの性能評価を目的として

考案された方法であり、放射線画像診断の判断意思決定評価、CAD システムの性能評価をはじめ、様々な問題に用いられている解析手法である。

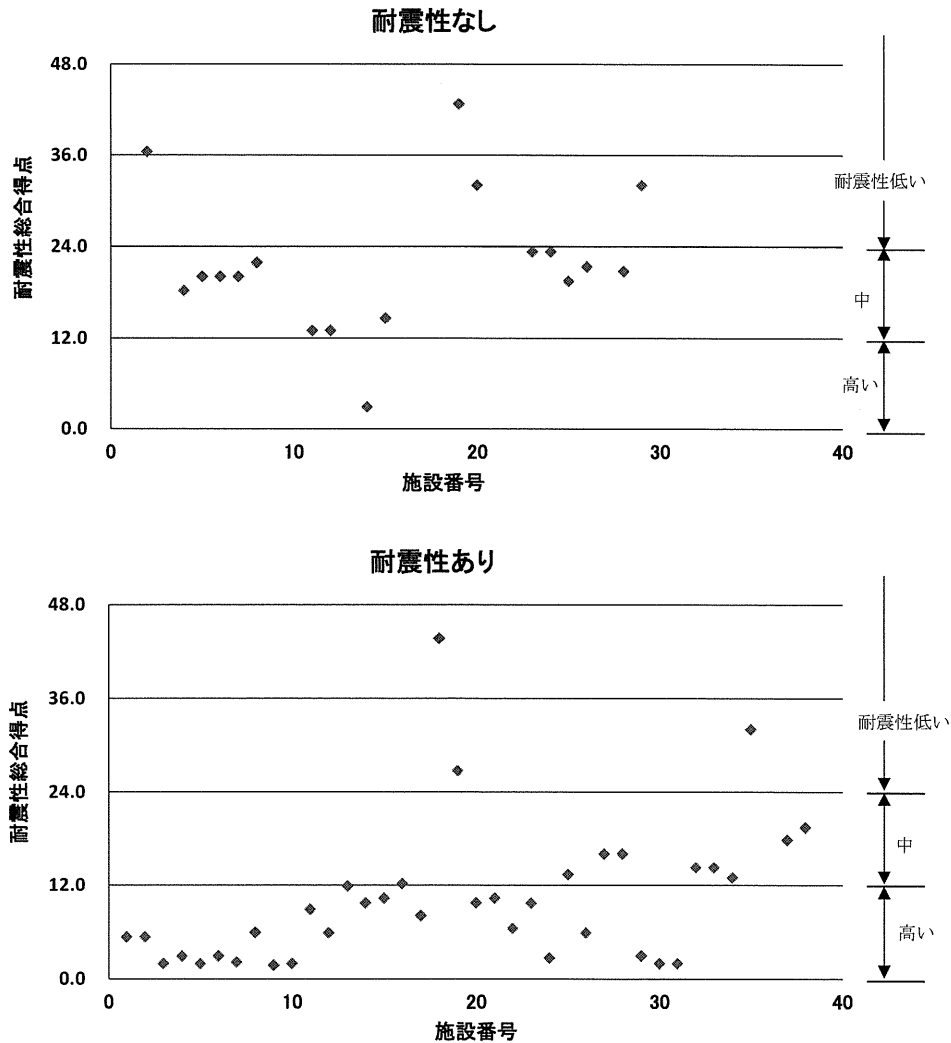


図 R4.3 新たな耐震性判定基準の適用結果

(4) 新簡易耐震診断表

以上の検討の結果、最も使用実績が多くまた今後も多くの使用が見込まれる「無蓋池状構造物（沈澱池・ろ過池等）」及び「有蓋池状構造物（浄水池・配水池等）」の簡易耐震診断表をひとつにまとめ、表 R4.9 のとおり作成した。評価方法は、既往簡易耐震診断表と同様にすべての項目の重み係数の積を行い耐震性の評価を行う。

新簡易耐震診断表においても、評価点の数値が大きいほど耐震性が低いことを示す。

なお、「有蓋・無蓋池状構造物」以外の構造物に関する簡易耐震診断表については、改善の検討に必要な詳細耐震診断の実施例が見当たらず、検討データが得られなかったことから、「有蓋・無蓋池状構造物」における検討結果を参考にし、「材質」、「建設時期」等の変更を中心に、工学的判断によって改善を行った。また、「場内配管」の簡易耐震診断表は存在しなかったが、「平成 18 年度 管路の耐震化に関する検討会」（厚生労働省）の資料に基づき、新たに作成した。

「有蓋・無蓋池状構造物」以外の構造物の簡易耐震診断表及び「場内配管」の簡易耐震診断表は【資料 5】簡易耐震診断表に記載した。

表 R4.9 有蓋及び無蓋構造物の新簡易耐震診断表

種別		有蓋・無蓋池状構造物（浄水池・配水池、沈澱池・ろ過池等）					
名称		〇〇市水道部 ●●第2浄水場 横流式薬品沈澱池					
評価項目		区分	点数	評価点	平均値	備考	
耐震性能	立地条件等 (外的条件)	地盤種別	I種	0.5	0.5	(0.86) 4.87	
			II種	1.5			
			III種	1.8			
		液状化	なし	1.0	1.0		
			おそれあり	2.0			
			あり	3.0			
		施工地盤	地山、切土	1.0	1.0		
			傾斜地等	1.2			
			山頂	1.3			
			埋立地、盛土	1.5			
	施工位置	地下	1.0	1.1	3.0m/2 = 1.5m < 2.0m		
		半地下	1.1				
		地上	1.2				
	構造的強度 (内的条件)	竣工年度	1983～2000年	1.0	1.5		
			1970～1982年	1.5			
			1957～1969年	1.6			
			1956年以前	1.8			
		方向別壁面積 池面積	基準値以上	1.0	1.5	(1.36) 8.03	池容量 474.5m ³ 基準値0.04 > 0.027
			基準値未満	1.5			
		側壁厚 側壁高	0.1以上	1.0	1.0		(0.12)
0.1未満			1.5				
部材の劣化度	小	1.0	1.5				
	中	1.5					
	大	2.0					
水 密 性	可とう管 (場内配管接続部)	あり	1.0	1.0			
		なし	2.0				
	伸縮目地	なし	1.0	2.0			
		あり	2.0				
想定震度		震度5+、6-	2.2	3.6			
		震度6+、7	3.6				
耐震性		高い(12.0>)		13.37			
		中(12.0～24.0)	*				
		低い(24.0<)					
耐震性評価点		評価平均値		(1.27)	(参考)最大値	1.90	
		10点満点換算値		6.68			

注1) ()内は幾何平均値、その下の数値は最大値に対する10点満点換算値を示す。

2) 方向別壁面積/池面積の基準値：池容量1,000m³未満の場合0.07、1,000m³以上の場合0.04

4 ケーススタディによる新簡易耐震診断表の改善効果及び診断の有効性

(1) 新簡易診断表の改善効果

表 R4. 9 の新簡易耐震診断表(案)を用いて、予め対象構造物の耐震性が判明している表 R4. 2、表 R4. 3 の有蓋構造物及び無蓋構造物を対象に耐震性評価を行うケーススタディを実施した。その耐震性評価結果を、有蓋構造物については表 R4. 10 に、無蓋構造物については表 R4. 11 にそれぞれ示す。

また、これらの構造物は既に既往簡易耐震診断表を適用した結果を得ている（表 R4. 4 及び表 R4. 5）ので、図 R4. 4 及び図 R4. 5 に、これらの既往簡易耐震診断表及び新簡易耐震診断表の耐震性判定結果を比較して示した。（有害構造物についての図 R4. 4 は表 R4. 4 と表 R4. 10 を比較、無蓋構造物についての図 R4. 5 は表 R4. 5 と表 R4. 11 を比較した。いずれの表においても、耐震性評価点の数値が大きいほど耐震性は低い。）

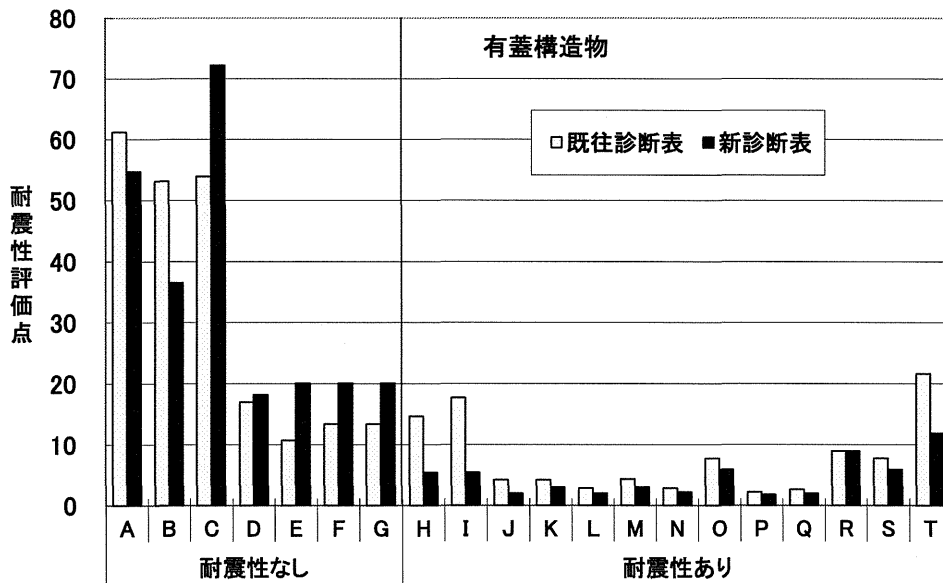


図 R4. 4 既往簡易耐震診断表と新簡易耐震診断表の診断結果の比較（有蓋構造物）

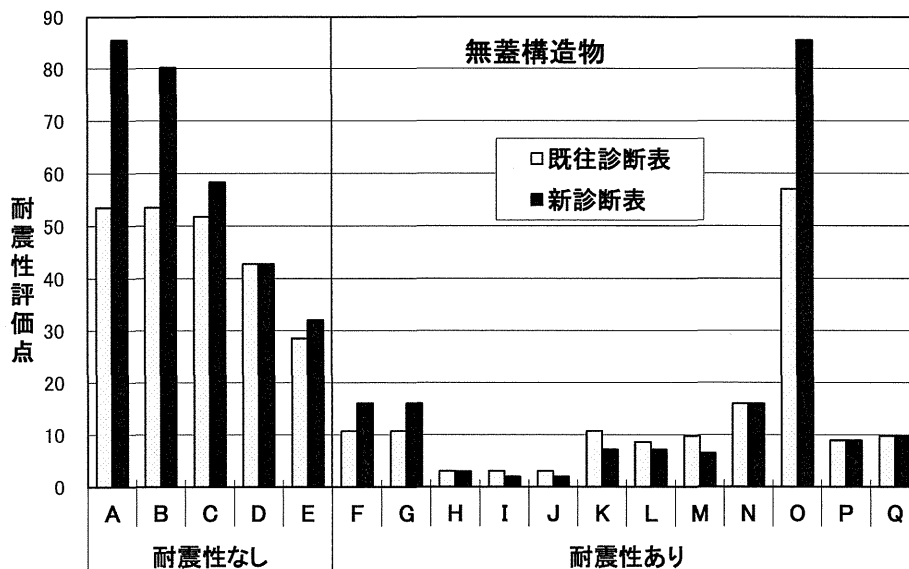


図 R4. 5 既往簡易耐震診断表と新簡易耐震診断表の診断結果の比較（無蓋構造物）

表 R4.10 新簡易耐震診断表（案）によるケーススタディ結果（有蓋構造物）

評価項目		評価方法 ()内は重み係数				耐震性 なし							耐震性 あり													
						A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
耐震性能	立地的条件等	地盤種別	I種 (0.5)	II種 (1.5)	III種 (1.8)	1.5	1.5	1.8	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5	0.5	1.5	1.5	1.5	
		液状化	なし (1.0)	おそれあり (2.0)	あり (3.0)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	
		施工地盤	地山、切土 (1.0)	傾斜地等 (1.2)	山頂 (1.3)	埋立地・盛土 (1.5)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
		位置	地下 (1.0)	半地下 (1.1)	地上 (1.2)	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	構造的強度	竣工年度	1983年～ 2000年 (1.0)	1970年～ 1982年 (1.5)	1957年～ 1969年 (1.6)	1956年以前 (1.8)	1.5	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
		方向別池面積 壁面積	基準以上 (1.0)		基準未満 (1.5)		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	
		側壁厚 側壁高	基準以上 (1.0)		基準未満 (1.5)		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
		劣化度	小 (1.0)	中 (1.5)	大 (2.0)		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	貯水保持力	可撓管	あり (1.0)		なし (2.0)		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
		伸縮目地	耐震 (1.0)		非耐震 (2.0)		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	想定震度		SI-1 (2.2)		SI-2 (3.6)		3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
	耐震性						54.68	36.45	72.17	18.23	20.05	20.05	20.05	5.40	5.40	1.98	2.97	1.98	2.97	2.16	5.94	1.80	1.98	8.91	5.94	11.88

表 R4.11 新簡易耐震診断表（案）によるケーススタディ結果（無蓋構造物）

評価項目		評価方法 ()内は重み係数(点数)				耐震性 なし					耐震性 あり												
						A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
耐震性能	立地条件等 (外的条件)	地盤種別	I種 (0.5)	II種 (1.5)	III種 (1.8)	1.5	1.5	1.5	1.8	1.5	1.8	1.8	0.5	0.5	0.5	1.8	1.8	1.5	1.8	1.5	1.5	1.5	
		液状化	なし (1.0)	おそれあり (2.0)		あり (3.0)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
		施工地盤	地山、切土 (1.0)	傾斜地等 (1.2)	山頂 (1.3)	埋立地・盛土 (1.5)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0
		位置	地下 (1.0)	半地下 (1.1)		地上 (1.2)	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2
	構造的強度 (内的条件)	竣工年度	1983年～ 2000年 (1.0)	1970年～ 1982年 (1.5)	1957年～ 1969年 (1.6)	1956年以前 (1.8)	1.6	1.5	1.8	1.0	1.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.6	1.0	1.0	
		方向別池面積 壁面積	基準以上 (1.0)		基準未満 (1.5)		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	
		側壁厚 側壁高	基準以上 (1.0)		基準未満 (1.5)		1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0
		劣化度	小 (1.0)	中 (1.5)	大 (2.0)		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	基本機能 (水密性)	可とう管	あり (1.0)		なし (2.0)		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	
		伸縮目地	なし (1.0)		あり (2.0)		2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	
想定震度		5+、6- (1.0)		6+、7 (3.6)		3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6		
耐震性						85.54	80.19	58.32	42.77	32.08	16.04	16.04	2.97	1.98	1.98	7.13	7.13	6.48	16.04	85.54	8.91	9.72	

既往簡易耐震診断表による耐震性評価点と新簡易耐震診断表によるそれとを比較すると、既往簡易耐震診断表適用の場合は、「耐震性あり」にもかかわらず「耐震性なし」よりも耐震性が低い（耐震性評価点の数値が大きい）という矛盾を生じている構造物が幾つか見られるが、新簡易耐震診断表を適用すると、無蓋構造物 0 を除くすべてでこの矛盾は解消されていて、新簡易耐震診断表の改善効果が見られる。

なお、唯一の例外である無蓋構造物 0 は、側壁の量・厚さともに不十分のため大きな数値の評価点となって耐震性が低い結果となったが、簡易耐震診断では鉄筋量を考慮せずにコンクリート厚さのみを評価していることから、診断手法の違いによって詳細耐震診断結果との差が出たためであると考えられ、簡易耐震診断の限界を示唆している。

(2) 新簡易診断表の有効性

表 R4. 10 の有蓋構造物の新簡易耐震表適用結果を見ると、非耐震構造物（7 例）中の最小点は 18. 23 であり、耐震構造物（13 例）の最大点（11. 88）よりも数値が大きく、耐震性が低い判定結果を得ており、非常に良好な簡易耐震診断結果である。

一方、表 R4. 11 の無蓋構造物では、非耐震構造物（5 例）中の最小が 32. 08 点であるのに対して、耐震性構造物 12 例のうち 1 つ（無蓋構造物 0）が非耐震構造物の最小点より大きな値（85. 54 点）を示したが、その他の構造物についてはいずれも妥当な簡易耐震診断結果となった。

これらの結果を総括すると、37 例の構造物のうち 36 例の耐震性判定が妥当な結果を得たことになり、新簡易耐震診断表の有効性が検証された。

なお、無蓋構造物 0 の判定結果に関しては、前項で述べたように、鉄筋量を考慮しない診断手法であるために生じる矛盾であると考えられる。

また、無蓋構造物の耐震性評価点は有蓋構造物と比較すると数値が大きくなる傾向にあるが、この原因としては、このケーススタディにおける有蓋構造物は主に配水池であり、配水池は山間部など地盤条件の良い地域に築造されているのに比べ、無蓋構造物は浄水場などの沈澱池や沈砂池であり、地盤条件が悪い河川付近や低地に築造される場合もある。このため、無蓋構造物では立地条件である「地盤」の評価点が大きくなるため、必然的に総合的な耐震性の判定において数値がやや大きくなる傾向にあると考えられる。

5 その他の構造物の簡易耐震診断表

取水堰、深井戸など、有蓋・無蓋構造物以外の構造物についても、有蓋・無蓋構造物と同様に耐震性を評価し、影響範囲を考慮して優先順位を決定する必要がある。

有蓋・無蓋構造物は最新耐震工法指針を適用した事例や詳細耐震診断実施済のものが多いが、取水堰、深井戸などは、このような事例が極めて少なく、検討に必要なデータの収集ができないことから、無蓋・有蓋構造物と同様に統計的な手法によって簡易耐震診断表を改定することは困難である。

このため、無蓋・有蓋構造物における検討結果を参考にしつつ工学的判断により簡易耐震診断表を改定することとする。また、評価項目の数が各構造物によって異なることから、耐震性の高低を示す耐震性評価点（評価平均値）の数値の幅が異なるため、異種の構造物間の優先順位を検討する際には、この評価平均値を 10 点満点に換算して点数調整を行う必要がある。

(参考) 配水池・沈澱池等の竣工図等の保有状況

浄水池・配水池及び沈澱池等の竣工図保有状況を参考表 R4.1～参考表 R4.3 示す。

構造図については、浄水池・配水池：77%、沈澱池等：97%、また、配筋図についても、浄水池・配水池：71%、沈澱池等：91%、と保有率が極めて高い結果となった。なお、D市・E市では構造計算書の有無についても回答していただいたが、これについては、浄水池・配水池：12%、沈澱池等：17%、保管状況は低い結果であった。

こうした保管状況は、各事業体におけるリスク管理の意識の高さが影響することが考えられ、過去の新潟地震や特に近年の新潟県中越・中越沖などの地震経験のあるD市・E市は高い数値となっていることも考えられ、全国ベースでは幾らか割り引いて考える必要がある可能性を示唆している。

B市、C市では、データは少ないため浄水池・配水池と沈澱池を合わせて考えると、構造図保有率が、浄水池・配水池・沈澱池等：67%、配筋図は53%、である。

以上の調査結果から、以下の考察が得られる。

1. 構造図はおおよそ70～80%程度の保有率と考えられ、壁厚等の部材厚を考慮する判定指標は有効と考えられる。一方、配筋図は50～70%の保有率とやや低く、鉄筋量を考慮した部材耐力による耐震性評価の前提とすることは、簡易耐震診断実施の事業体を制限しかねないリスクを伴う。
2. 詳細耐震診断の際には、構造図及び配筋図の保有が必須条件である。詳細耐震診断は、与条件の地震動に対して、部材応力が許容範囲にあるか否かを構造計算して判定するものであるため、計算に当たっては、部材の厚さと配筋量が与えられなければ計算ができないからである。

もし、これらの竣工図がない場合には、実測によって構造寸法を計測し、鉄筋探査機等により配筋状況を把握（推定）することとなるが、その場合底版は池を空にする必要があり、調査は困難を伴う。

「竣工図の有無」は、「液状化の有無」、「建設年代（適用設計基準）と同様に、詳細耐震診断や更新等の抜本対策に進む前の大きな判断岐路になるものと考えられる。

参考表 R4.1 浄水池・配水池の竣工図面等の保有状況の集計（旧基準）

調査項目 水道事業体名	調査報告 池数	旧基準 適用 池数	旧基準							
			構造図		配筋図		構造計算書			
			○	×	○	×	○	×	不明	
A市	4	0								
B市	7	7	7	0	7	0				7
C市	27	26	15	11	11	15				26
D市	10	10	10	0	10	0	2		8	
E市	24	22	18	4	18	4	2		22	
小計	72	65	50	15	46	19	4		30	33
該当率		100.0	76.9	23.1	70.8	29.2	11.8		88.2	-

参考表 R4.2 浄水池・配水池の竣工図面等の保有状況の集計（新基準）

調査項目 水道事業体名	調査報告 池数	新基準 適用 池数	新基準							
			構造図		配筋図		構造計算書			
			○	×	○	×	○	×	不明	
A市	4	4	4	0	4	0				4
B市	0	0								
C市	1	1	1	0	1	0				1
D市	0	0								
E市	2	2	2	0	2	0	0		2	
小計	7	7	7	0	7	0	0		2	5
該当率		100.0	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0		100.0	-

参考表 R4.3 沈澱池等の竣工図面等の保有状況の集計

調査項目 水道事業体名	調査報告 池数	旧基準 適用 池数	旧基準							
			構造図		配筋図		構造計算書			
			○	×	○	×	○	×	不明	
A市	1	1	1	0	1	0				1
B市	0	0								
C市	2	2	1	1	0	2				2
D市	12	12	12	0	12	0	2		10	
E市	17	17	17	0	16	1	3		14	
小計	32	32	31	1	29	3	5		24	3
該当率		100.0	96.9	3.1	90.6	9.4	17.2		82.8	-

※D市・E市のデータは、沈砂池・着水井・ろ過池等を含む

※新基準適用の沈澱池等の報告はない

【資料 5】 簡易耐震診断表

1 「有蓋・無蓋池状構造物」以外の構造物等の簡易耐震診断表

既に新簡易耐震診断表の例として有蓋・無蓋池状構造物（配水池・浄水池、沈澱池・ろ過池等）の簡易耐震診断表を示した。

一方、「有蓋・無蓋池状構造物」以外のその他の構造物等に対する簡易耐震診断表は、改善の検討に必要な詳細耐震診断の実施例が見当たらず、検討データが得られなかったことから、「有蓋・無蓋池状構造物」における検討結果を参考にし、「材質」、「建設時期」等の変更を中心に、工学的判断によって既往の診断表を改善し新たな簡易耐震診断表とした。また、「場内配管」の簡易耐震診断表は「平成 18 年度 管路の耐震化に関する検討会」（厚生労働省）の資料に基づいて新たに作成した。

この資料編では、これらの構造物等の新簡易耐震診断表を示すが、これらは実施例による詳細検討を行った結果に基づくものが多いので、「参考」の扱いとする。

また、PC タンクについては、一般的な RC 構造物とは耐震性を判定する適用指針等（標準示方書を含む）が異なるため、耐震性評価のための竣工年度の扱いも異なることに留意願いたい。

なお、これらの新簡易耐震診断表及び有蓋・無蓋池状構造物の新簡易耐震診断表は、本手引きの必要なページをコピーして使うこともできるが、添付の CD-ROM に Microsoft Excel による電子版の診断表が格納され、部分に必要なデータを入力すると評価点が自動計算されるので、これを活用すると比較的容易に簡易耐震診断を実施することができる。

本資料で「参考」として示す「有蓋・無蓋池状構造物」以外の構造物の新簡易耐震診断表

取水・導水施設	浅井戸、深井戸、取水堰、取水塔、取水門、導水隧道、開渠・暗渠
送水・配水施設	配水池、配水塔、PC タンク、高架水槽
共通	場内配管

（有蓋・無蓋池状構造物の診断表も「再掲」として示す。）

表 R5.1 浅井戸の簡易耐震診断表（参考）

種別		浅井戸				担当者	
名称						作成年月	
評価項目		区分	点数	評価点	平均点	備考	
耐震性能	立(外的条件)	地盤種別	I種	1.0		(0.00)	0.00
			II種	1.5			
			III種	1.8			
		液状化	なし	1.0			
			おそれあり	2.5			
			あり	5.0			
	構造的強度	材質	鉄筋コンクリート	1.0		(0.00)	0.00
			レンガ その他	2.0			
		井戸深さ	5m \geq	1.0			
			5m<	1.5			
		内径	3m<	1.0			
			3m \geq	1.2			
		部材の劣化度	小	1.0			
			大	2.0			
水密性	可とう管	あり	1.0		(0.00)	0.00	
		なし	2.0				
想定震度		震度5+, 6-	2.2				
		震度6+, 7	3.6				
耐震性		高い(6.0>)		0.00			
		中(6.0~9.0)					
		低い(9.0<)					
耐震性評価点		評価平均値		(0.00)	(参考)最大値	2.16	
		10点満点換算値		0.00			

注) ()内は幾何平均値、その下の数値は最大値に対する10点満点換算値を示す。

表 R5.2 深井戸の簡易耐震診断表（参考）

種 別		深井戸				担当者		
名 称						作成年月		
評 価 項 目		区 分	点 数	評価点	平均点	備 考		
耐 震 性 能	立(外 地 条 件)	地盤種別	I 種	0.9		(0.00)		
			II 種	1.1				
			III 種	1.2			0.00	
	構 造 的 強 度	ケーシング径	350mm<	1.0		(0.00)		
			200~350mm	1.1				
			200mm>	1.2				
		ケーシング 接合方法	溶 接	1.0			0.00	
			その他	1.5				
		部材の劣化度	小	1.0				
	大		2.0					
	水 密 性	可とう管	あり	1.0		(0.00)		
			なし	3.0		0.00		
想 定 震 度		震度5+、6-	2.2					
		震度6+、7	3.6					
耐 震 性		高い (4.0>)		0.00				
		中 (4.0~8.0)						
		低い (8.0<)						
耐 震 性 評 価 点		評価平均値		(0.00)	(参考)最大値	1.90		
		10点満点換算値		0.00				

注) ()内は幾何平均値、その下の数値は最大値に対する10点満点換算値を示す。

表 R5.3 取水堰の簡易耐震診断表（参考）

種別		取水堰				担当者	
名称						作成年月	
評価項目		区分	点数	評価点	平均点	備考	
耐震性能	立地条件 (外的条件)	地盤種別	I種	0.5		(0.00) 0.00	
			II種	1.5			
			III種	1.8			
		液状化	なし	1.0			
			おそれあり	1.5			
			あり	2.0			
		洗掘の程度	小	1.0			
			中	1.5			
			大	2.0			
	構造的強度 (内的条件)	材質	鉄筋コンクリート	1.0		(0.00) 0.00	
			石造 その他	1.2			
		堰長	60m \geq	1.0			
60m $<$			1.2				
想定震度		震度5+、6-	2.2				
		震度6+、7	3.6				
耐震性		高い(4.5 $>$)		0.00			
		中(4.5 \sim 6.5)					
		低い(6.5 $<$)					
耐震性評価点		評価平均値		(0.00)	(参考)最大値	1.83	
		10点満点換算値		0.00			

注) ()内は幾何平均値、その下の数値は最大値に対する10点満点換算値を示す。

表 R5.4 取水塔・配水塔の簡易耐震診断表（参考）

種別		取水塔 配水塔				担当者	
名称						作成年月	
評価項目		区分	点数	評価点	平均点	備考	
耐震性能	（外的条件）	地盤種別	I種	0.5		(0.00)	
			II種	1.5			
			III種	1.8			
		液状化	なし	1.0			
			おそれあり	1.5			
			あり	2.0			
	（内的条件）	材質	鋼	0.9		(0.00)	
			鉄筋コンクリート	1.0			
			レンガ その他	1.8			
		高さ	5m>	1.0			
			5m～10m	1.4			
			10m<	1.7			
		部材の劣化度	小	1.0			
			中	1.5			
			大	2.0			
想定震度		震度5+、6-	2.2				
		震度6+、7	3.6				
耐震性		高い(5.0>)		0.00			
		中(5.0～7.0)					
		低い(7.0<)					
耐震性評価点		評価平均値		(0.00)	(参考)最大値	2.07	
		10点満点換算値		0.00			

注) ()内は幾何平均値、その下の数値は最大値に対する10点満点換算値を示す。

表 R5.5 取水門の簡易耐震診断表（参考）

種別		取水門				担当者	
名称						作成年月	
評価項目		区分	点数	評価点	平均点	備考	
耐震性能	（外的条件）	地盤種別	I種	0.5		(0.00)	
			II種	1.5			
			III種	1.8			
		液状化	なし	1.0			
			おそれあり	1.5			
			あり	2.0			
	（内的条件）	材質	鉄筋コンクリート	1.0		(0.00)	0.00
			石積み・ブロック積	1.8			
		高さ	3m>	1.0			
			3m～6m	1.5			
			6m<	2.0			
		部材の劣化度	小	1.0			
			中	1.5			
	大		2.0				
想定震度		震度5+、6-	2.2				
		震度6+、7	3.6				
耐震性		高い(6.0>)		0.00			
		中(6.0～10.0)					
		低い(10.0<)					
耐震性評価点		評価平均値		(0.00)	(参考)最大値	2.13	
		10点満点換算値		0.00			

注) ()内は幾何平均値、その下の数値は最大値に対する10点満点換算値を示す。

表 R5.6 導水隧道の簡易耐震診断表（参考）

種 別		導水隧道					担当者	
名 称							作成年月	
評 価 項 目		区 分	点 数	評価点	平均点	備 考		
耐 震 性 能	立(外的 地 条 件)	偏 圧	なし	1.0		(0.00)		
			あり	2.0				
		地質の変化	なし	1.0				
			あり	1.5				
	構(内的 造 的 条 件)	覆 工	コンクリート巻 (鉄筋 伸縮可撓性)	0.8		(0.00)		
			コンクリート巻	1.0				
			なし	1.2				
		変 状	なし	1.0				
	あり		2.0					
	想定震度		震度5+、6-	2.2				
震度6+、7			3.6					
耐 震 性		高い (4.0>)		0.00				
		中 (4.0~7.0)						
		低い (7.0<)						
耐 震 性 評 価 点		評価平均値		(0.00)	(参考)最大値	1.92		
		10点満点換算値		0.00				

注) ()内は幾何平均値、その下の数値は最大値に対する10点満点換算値を示す。