

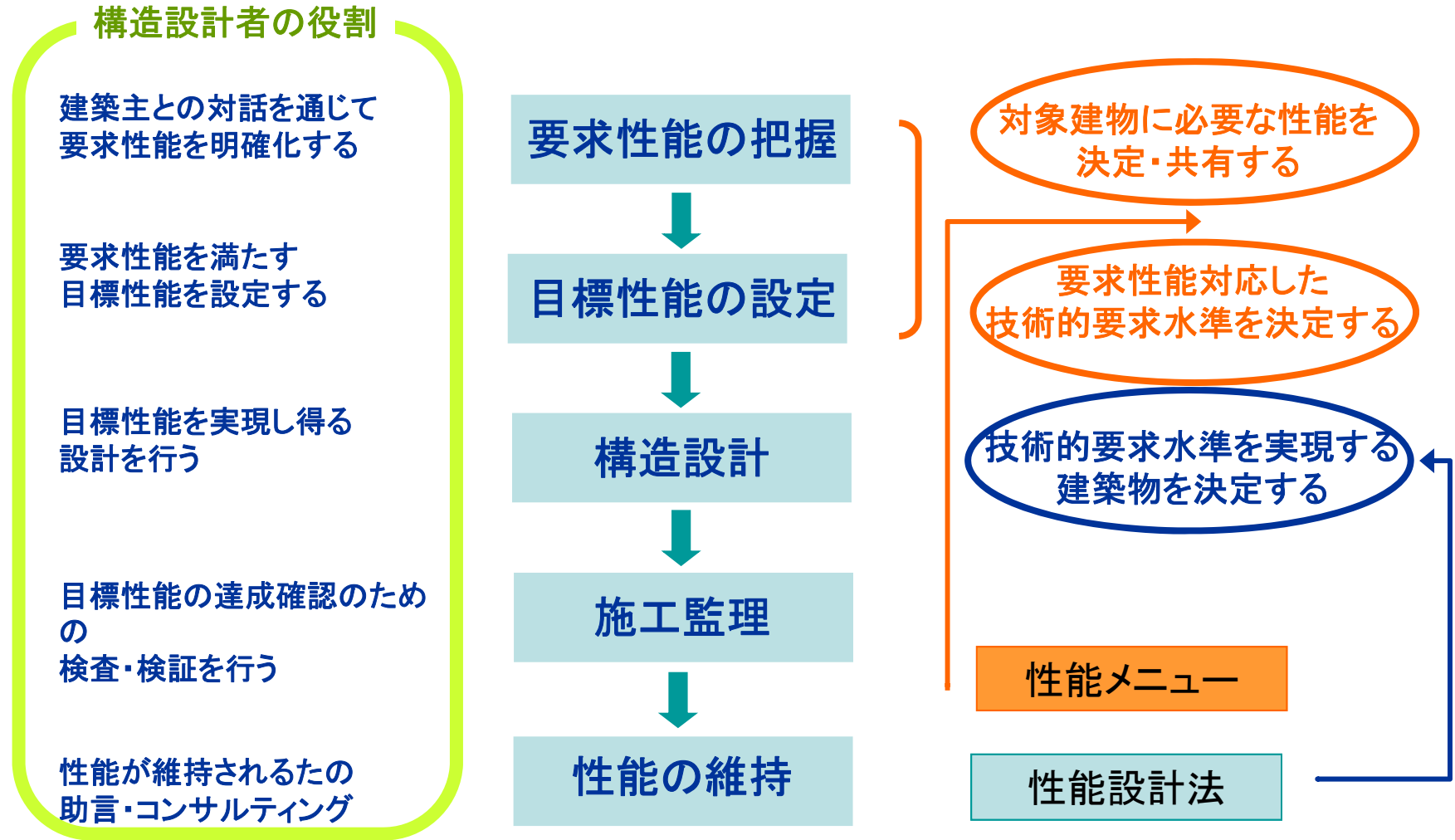
建築基準整備促進補助金事業

建築の耐震性能向上に関する検討調査

社団法人 日本建築構造技術者協会(JSCA)

- ✓ 耐震性能の向上を目指す(構造)性能設計のプロセス
- ✓ 性能メニューの考え方
- ✓ 要求性能の明確化 目標性能の確立
- ✓ 目標性能を実現するための工学量の設定
- ✓ 耐震性能向上の経済性・事業継続性の観点からの意義
- ✓ 居住性能の評価(3種類のグレード設定)

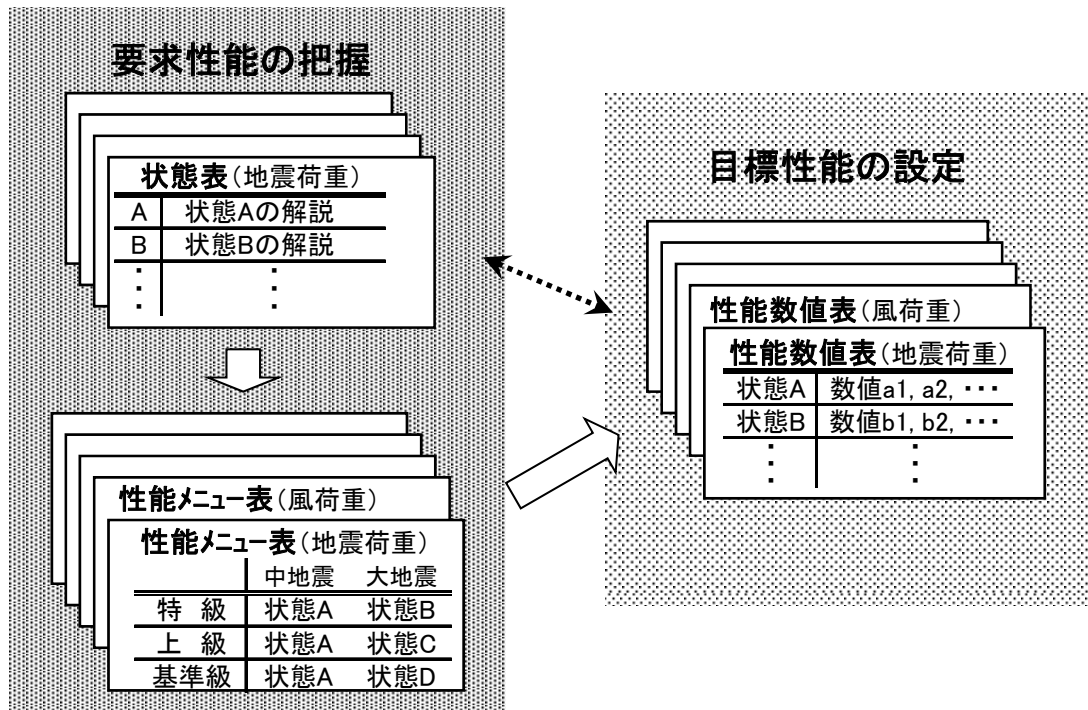
構造性能設計のプロセス



性能設計

性能水準の意味を明確化にし、目指すべき性能の認識を共有する
目標とする性能を「設計条件としての工学量」で規定する
設計条件を満たす設計法(設計検証法)の展開

- ⇒ 性能向上への動機付け
- ⇒ 性能向上の前提を構築
- ⇒ 性能向上の信頼性を高める



状態表

地震後の各部の各種水準の状態を規定

メニュー表

各部状態の水準を組み合わせる性能等級を規定

数値表

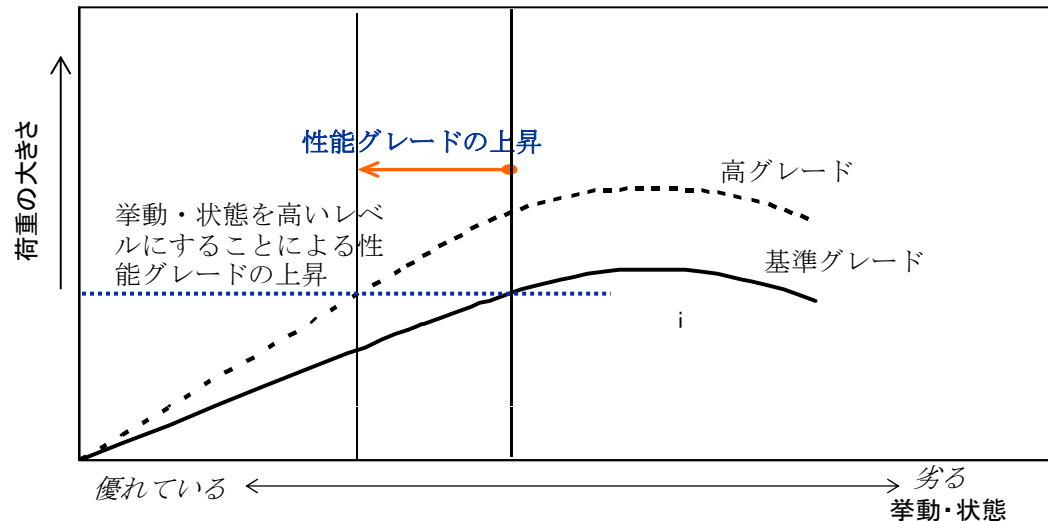
各状態を具体的な設計の目標となり得る工学的数値で規定

状態表により、各水準のイメージを関係者で共有する。

メニュー表を提示して要求性能決定のプロセスを容易にする。

数値表は状態を区分するベンチマークに関する共通認識を構築する。

一定の頻度で作用する地震力によって惹起される状態の優劣により性能グレードを規定する。



考慮する荷重

発生頻度 荷重種別	日常的に作用する荷重	稀に作用する荷重	極めて稀に作用する荷重
固定荷重	実状による		
積載荷重	建築基準法の規定	例えば引越し荷重	
積雪荷重	10年再現期待値	50年再現期待値 S_s	500年再現期待値 $1.4 S_s$
風荷重	年最大期待値	50年再現期待値 W_s	500年再現期待値 $1.6 W_s$
地震荷重		中地震動 数十年に一度発生する 程度の地震 震度V弱	大地震動 数百年に一度発生する 程度の地震 震度VI弱-VI強

考慮する地震の頻度
= 基準法に基づく2段階



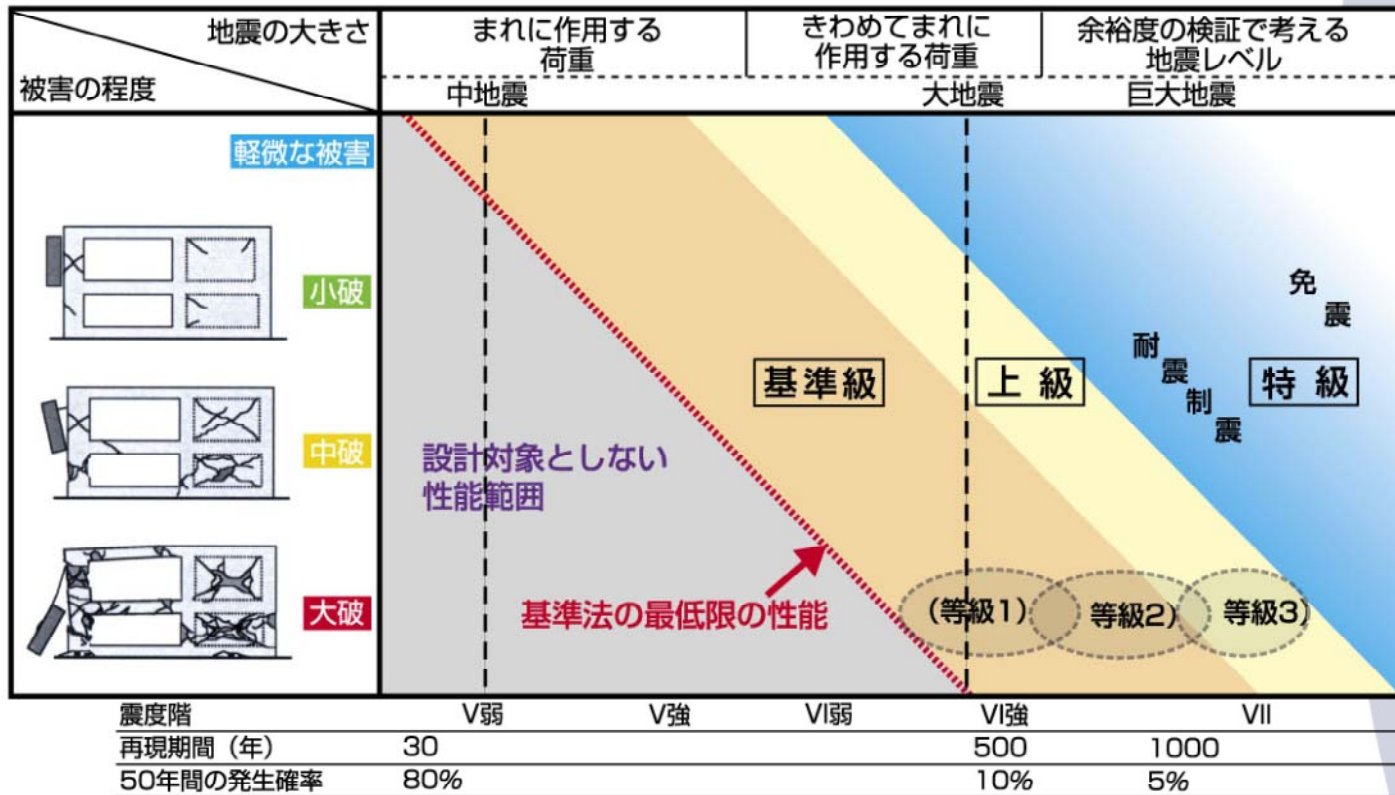
メニュー表(地震荷重)

性能グレード	荷重の頻度	日常的に作用する荷重	稀に作用する荷重	極めて稀に作用する荷重	適用されるべき建築物の用途例
特級			機能維持 無被害 修復不要	主要機能確保 軽微な被害 軽微な修復	防災拠点 拠点病院等
上級			機能維持 無被害 修復不要	指定機能確保 小破 小規模修復	一般病院、避難施設、コンピュータセンター、本社機構他
基準級			機能維持 無被害 修復不要	人命保護 限定機能確保 中破~大破 中~大規模修復	一般建築物

3段階の発生頻度の内、地震荷重として考慮するのは「稀に作用」と「極めて稀に作用」の2段階。

耐震性能は地震後の「機能維持の程度」・「受けると予想される被害の程度」・「必要な修復工事の程度」で規定。

耐震性能グレードには3種類のメニューを用意。稀に作用する荷重に対する性能は、どのグレードも同じ。



* 地震荷重の再現期間、発生確率は、東京地区における例を示す。

* ()内は「住宅の品質確保の促進等に関する法律」の大地震時における耐震等級との対応関係を示す。但し厳密なものではない。

▲ 関東大震災 (東京大手町地区)

▲ 阪神・淡路大震災 (神戸三宮地区)

実際に発揮される性能は一定の範囲内でバラツキが出る。地震動の強さ(地震荷重の大きさ)の変化につれて連続的に変わる。

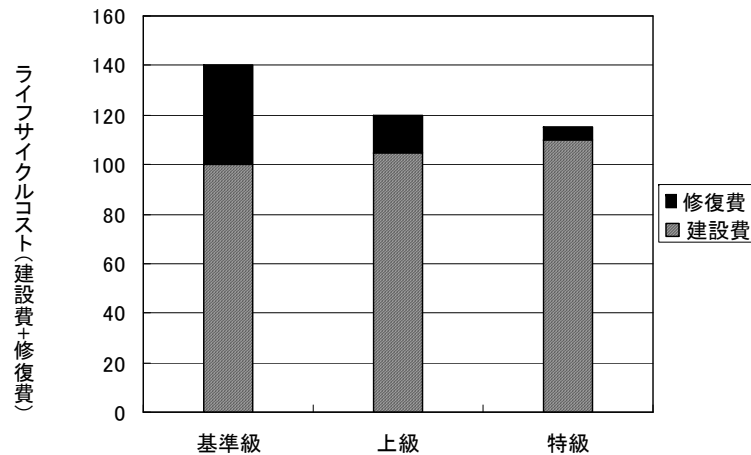
基準級の性能の下限でも建築基準法の要求事項は守られる前提。

目標性能を実現するための工学量の設定(数値表)

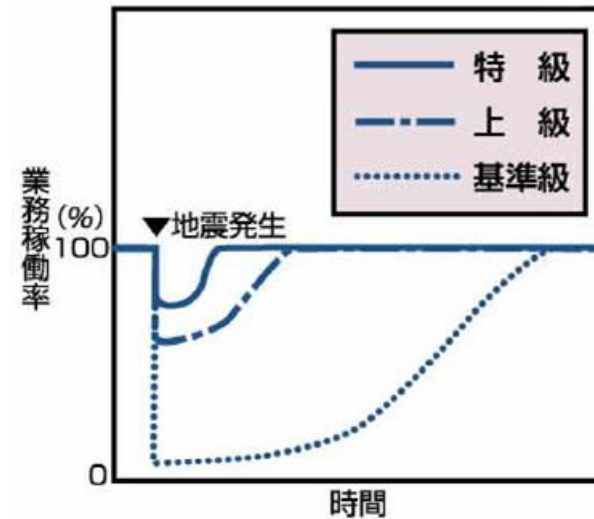
対象	性能評価項目	損傷限界	安全限界 余裕度 I	安全限界 余裕度 II	安全限界 余裕度 III
建物 挙動	層間変形角 $R(rad)$	1/200	1/150	1/100	1/75
	床加速度 $\alpha(m/s^2)$	—	2.5	5.0	10.0
構造 骨組	層せん断力 Q	Q_y	Q_u		
	塑性率 μ	1.0	$\mu_u/2.0$	$\mu_u/1.33$	μ_u
	層の累積塑性変形倍率 η	0	$\eta_u/4.0$	$\eta_u/1.77$	η_u
	塑性ヒンジ発生率 $\gamma(\%)$	0	30	60	100
構造 部材	部材応力 M, N, Q	M_y, N_y, Q_y	M_u, N_u, Q_u		
	部材のひび割れ幅(mm)	—	—	—	—
	部材の塑性率 μ_m	1.0	$\mu_{mu}/2.0$	$\mu_{mu}/1.33$	μ_{mu}
	部材の累積塑性変形倍率 η_m	0	$\eta_{mu}/4.0$	$\eta_{mu}/1.77$	η_{mu}
免震 制振	累積塑性変形倍率 η_d	—	$\eta_{du}/4.0$	$\eta_{du}/1.77$	η_{du}
	エネルギー吸収量 W_d	—	$W_{du}/4.0$	$W_{du}/1.77$	W_{du}
	アイソレータの水平変位 δ_l	—	$\delta_{lu}/2.0$	$\delta_{lu}/1.33$	δ_{lu}
建物の「目標とする状態」		機能維持 無被害 修復不要	主要機能 確保 軽微な被害 軽微な修復	指定機能 確保 小破 小規模修復	人命保護 限定機能確保 中破～大破 中～大規模修復

状態を規定する評価項目には、構造体に関するものだけでなく、建物全体の挙動に関する項目も含む。

建物全体に関する項目は構造体以外の「設備」、「配管」、「非構造材」等の性能(状態)を検証する際の前提条件となる。



建設費+修復費(供用期間50年)の概念図



業務稼働率と復旧に関する時間の概念図

経済性から見た耐震性能設計の意義

初期建設費は耐震性能グレードに比例して高くなるが、地震を受けたときの修復費を考慮したライフサイクルコストは、耐震グレードが高いほど低く抑えられる。

事業継続性から見た耐震性能設計の意義

建物の耐震グレードを高く設定し、応答を低く抑えることは、建物への損傷をおさえるとともに二次部材や建築設備・配管の損傷を低減することにつながり、復旧費用である直接損失を低減させるとともに、早期復旧による間接被害の低減にも効果がある。

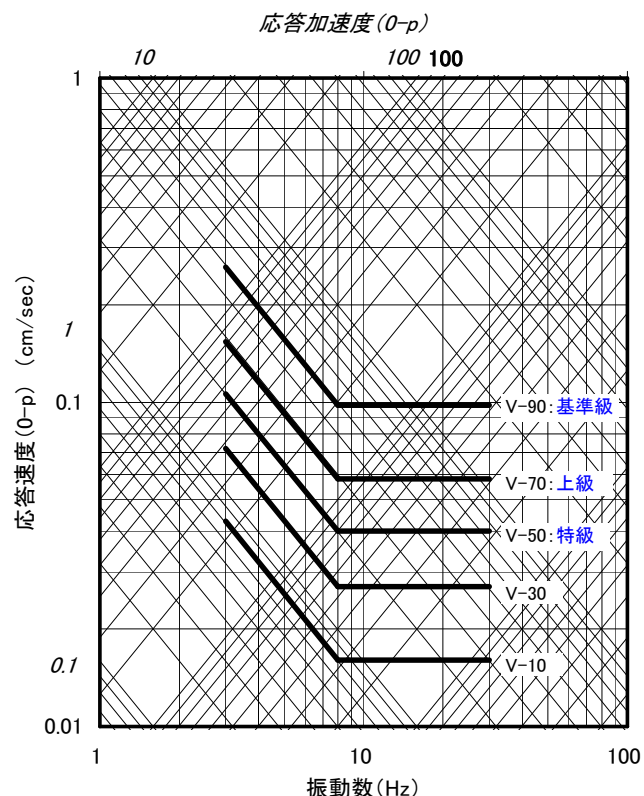


図6.1 トリパタイト図による鉛直振動に関する性能評価曲線

鉛直振動の評価基準は、建築物の振動に関する居住性能評価指針の評価基準を用いて以下の通りとする。

- 使用性Ⅰ（特級） : V-50
- 使用性Ⅱ（上級） : V-70
- 使用性Ⅲ（基準級） : V-90

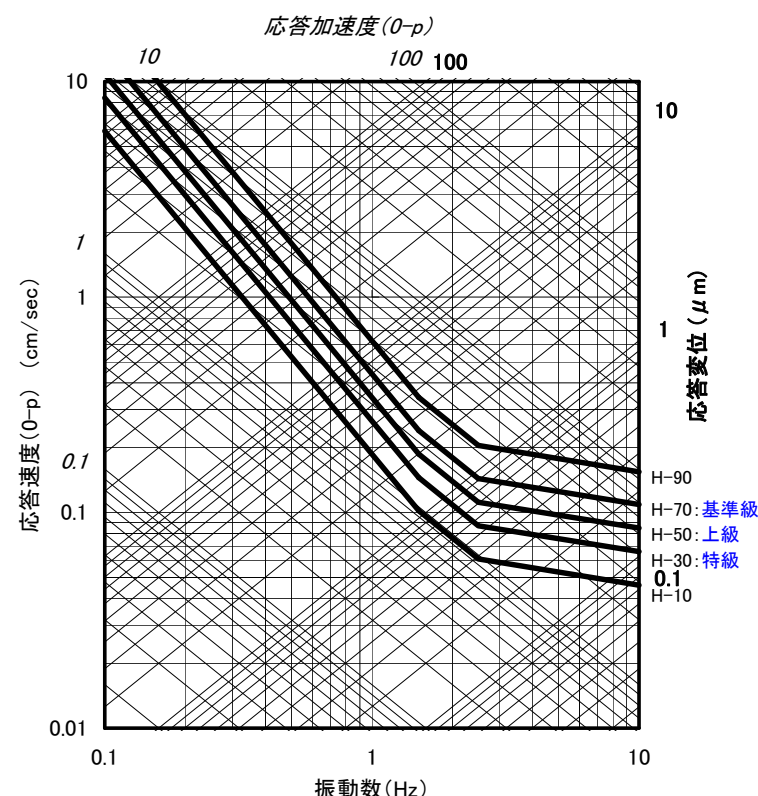


図6.2 トリパタイト図による水平振動に関する性能評価曲線

水平振動の評価基準は、建築物の振動に関する居住性能評価指針の評価基準を用いて以下の通りとする。

- 使用性Ⅰ（特級） : H-30
- 使用性Ⅱ（上級） : H-50
- 使用性Ⅲ（基準級） : H-70

鉛直振動により通常使用下の居住性を、水平振動により風荷重の下での居住性を、それぞれ規定する。

過去の事例調査(アンケート)に基づき性能グレードを設定した。性能グレードは一般的な状態を表すものであり、性能ランクを上げたからと言って、必ずしも苦情の発生がなくなるものではない。