

鋼管杭による免震基礎工法の概要

SP免震基礎

革新的概念に基づく免震装置のない免震基礎工法

日本ブレードパイル協会

目 次

1	SP免震基礎工法の目指すもの	2
2	地震力に対する建造物の安定の方法と特徴・課題 耐震構造 制震構造 免震構造	3
3	地震について	4
3-1	地震波	4
3-2	加速度と周期、建物の固有周期	5
3-3	地震の大きさとマグニチュード	6
3-4	震度・気象庁震度階級・震度と揺れ 震度と揺れ等の状況	6 8
4	免震工法の色々	12
5	SP免震基礎工法とは	13
5-1	特許・大臣認定	13
5-2	免震装置のない免震基礎の概念	13
5-3	何故bDパイプに免震効果が生まれるのか	14
5-4	SP免震基礎工法と望ましい基礎形状	15
5-5	SP免震基礎工法の免震効果と地盤耐力	16
5-6	SP免震基礎工法の免震効果とその表現	17
5-7	SP免震基礎工法の設計手法・成果品	18
6	SP免震基礎工法のメリット bDパイプ、ブレードパイプを使う場合	19

1 SP免震基礎工法の目指すもの

今、大地震が起こっても何も不思議ではありません。

それは、地球表層の地盤は動き続け、そのエネルギーが蓄積し、又、瞬時に放出されることがあるからです。

これらの現象は、日本列島のほとんどの場所で観測されています。

つまり、日本に生活する限り地震は避けられません。

最近の20年でも大きな地震被害は世界の各地で発生し、歴史的にも大震災で多くの人的、物的被害を蒙ってきたことは、周知の事実です。

人は、この自然の脅威に対し様々な知恵を働かせ、安全を手に入れました。

それが耐震構造です。

しかしながら、1995年1月17日の阪神大震災では、多くの人命と財産が失われました。

耐震構造は十分に普及していないばかりか、自然の力の前に当時の耐震構造は無効だったと云えます。

特に個人住宅における地震への備えは進んでいるとは云えません。

今日、費用さえ十分に掛けられれば耐震化、免震化工事も可能な技術開発は進んでいますが、費用は決して小さくなく、経済を抜きにした議論は無意味です。

人々が手に入れられるコストで、地震という自然災害への不安を少しでも取り除き、必ず発生する近い将来の大地震災害に備え、人々の生命と財産を守ることがSP免震基礎工法の目指すものです。

2 地震力に対する構造物の安定の方法とその特徴・課題

構造種別	耐震構造	制震構造	免震構造
設計の考え方	<p>地震力が作用しても、どの部材にも許容応力度を超える力が作用しない強度を持たせる設計手法。</p> <p>巨大地震に対しては、建物の継続使用は困難でも、人命は守られる強さを持たせる。</p>	<p>地震動によるエネルギーを様々な方法で吸収又は相殺し、建物の揺れを小さくし、部材には許容応力を超えない強度を持たせる設計手法。</p> <p>揺れを小さくし、部材を小さくすることが可能になる。</p>	<p>様々な方法で地震エネルギーが建物に伝達する割合を小さくする設計手法。</p>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 最も一般的な構造設計手法 ・ 高コストにはならない。 ・ 設計・施工は難しくない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 揺れを小さく出来る ・ 免震構造よりはコストが低い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大地震に対しては、最も安全といわれている。 ・ 建築コストは高い。 ・ 設計は難しい
課題	<p>ある程度大きな地震では、建物は壊れなくても、室内の什器の転倒や移動での被害は防止できない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ある程度大きな地震の後には、再使用できない部材もある。 ・ 最下階では、効果が期待出来ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 軽い建物では風圧力で動いてしまい、その対策は簡単ではない。 ・ 長周期地震動の場合、耐震構造よりも危険な場合がある。

3 地震について

地球上で起る大地震は、地殻(プレート)変動による運動エネルギーが、相対的に移動するプレートの一部のアスペリティと呼ぶ固着域周辺に地殻の変形という形で蓄えられ、固着域が破壊した際にそのエネルギーが短時間に放出されるために起ると説明されています。

3-1 地震波

地震波は、P波とS波に分けて説明されます。

P波 Primary wave たて波

S波 Secondary wave よこ波

P波とS波は同時に発生するが、その伝達速度に違いがあるため、震源域からある程度離れた場所ではP波が先に到達し、遅れてS波が到達するのでこの様に分けて説明されている。

P波もS波も地盤の性質(特に硬さ)によって伝達速度は変化するが、おおよそP波 5 km/s 、S波 3 km/s と云われている。

この伝達速度の差を利用して、自分の位置から震源域までの距離を知ることが出来る。最初のカタカタというP波が来て、次にユサユサ、グラグラというS波が来るまでの時間(秒)に 7.5 km (大森定数)を乗ざると、震源域までのおおよその距離となる。

P波、たて波 — 地震動の伝達方向に対して、前後に振動している疎密波ともいう。

地表から深いところで発生すると、上・下に突き上げるような振動に感じられ、カタカタと表現される。

エネルギーは小さい。

固体、液体、気体を伝わる。

S波、よこ波 — 地震動の伝達方向に対して、直角方向に振動している。

剪断波ともいう。

エネルギーが大きい。

固体しか伝わらない。

3-2 加速度と周期、建物の固有周期

地震動の加速度は、ガルという単位で表す。(単位時間の速度の変化の量)

$$1 \text{ガル (gal)} = 1 \text{cm/秒/秒}$$

地球の重力は 980ガル (鉛直方向に)

力=質量×加速度 の式から、同じ重さの建物の場合、加速度が大きくなれば作用する地震力も大きくなるといえる。

1995年1月17日 兵庫県南部地震(阪神大震災、神戸海洋気象台) 最大 818ガル

2003年5月26日 宮城県沖地震(大船渡市) 最大1105ガル

2003年9月26日 十勝沖地震(浦河町) 最大 349ガル

しかし、加速度の大きさと被害の程度は比例するものではない。

地震動の周期と継続時間により、同じ加速度でも被害の程度は異なる。

建物の固有周期と地震の周期が近いと被害は大きくなる。

それは、共振して振幅が増幅されるため。

地震動の周期は一樣ではなく、多くの周期が混在しているが、その中で最もエネルギーの大きな振動の周期を卓越周期という。

宮城県沖地震では、0.3秒が、兵庫県南部地震(阪神大地震)では、0.5～1.0秒で卓越していた。

一般的木造住宅の固有周期は 0.2秒～0.5秒

鉄筋コンクリート造の固有周期は 0.2秒～0.3秒

超高層ビル 200m 4秒

ランドマークタワー 296m 約6秒

3-3 地震の大きさとマグニチュード

マグニチュードは地震の規模、大きさを表す単位で、色々なマグニチュードがある。一般的にはモーメントマグニチュードと呼ばれるもので、地震動のエネルギーの大きさを表す。

$M > 8$ を巨大地震、 $M > 7$ 大地震と区分している。

たとえば

1995年 阪神大地震 $M = 7.3$

1923年 関東大地震 $M = 7.9$ といわれている。

マグニチュードは、大きさの違いを対数で表すためにマグニチュードが1大きくなるとエネルギーは約32倍となり、2大きくなるとエネルギーは約1,000倍となる。0.2で2倍、0.5で5.6倍、0.7で11倍である。

3-4 震度・気象庁震度階級・震度と揺れ

地震動の強さを表す方法の1つに、震度がある。

以前は、震度観測は体感で判断していたが、現在は器械により観測され計測震度と呼ぶ。計測震度は、加速度の大きさの他、揺れの周期や継続時間を考慮して算定される。

最大加速度が大きい場所が、震度も大きくなるとは限らない。

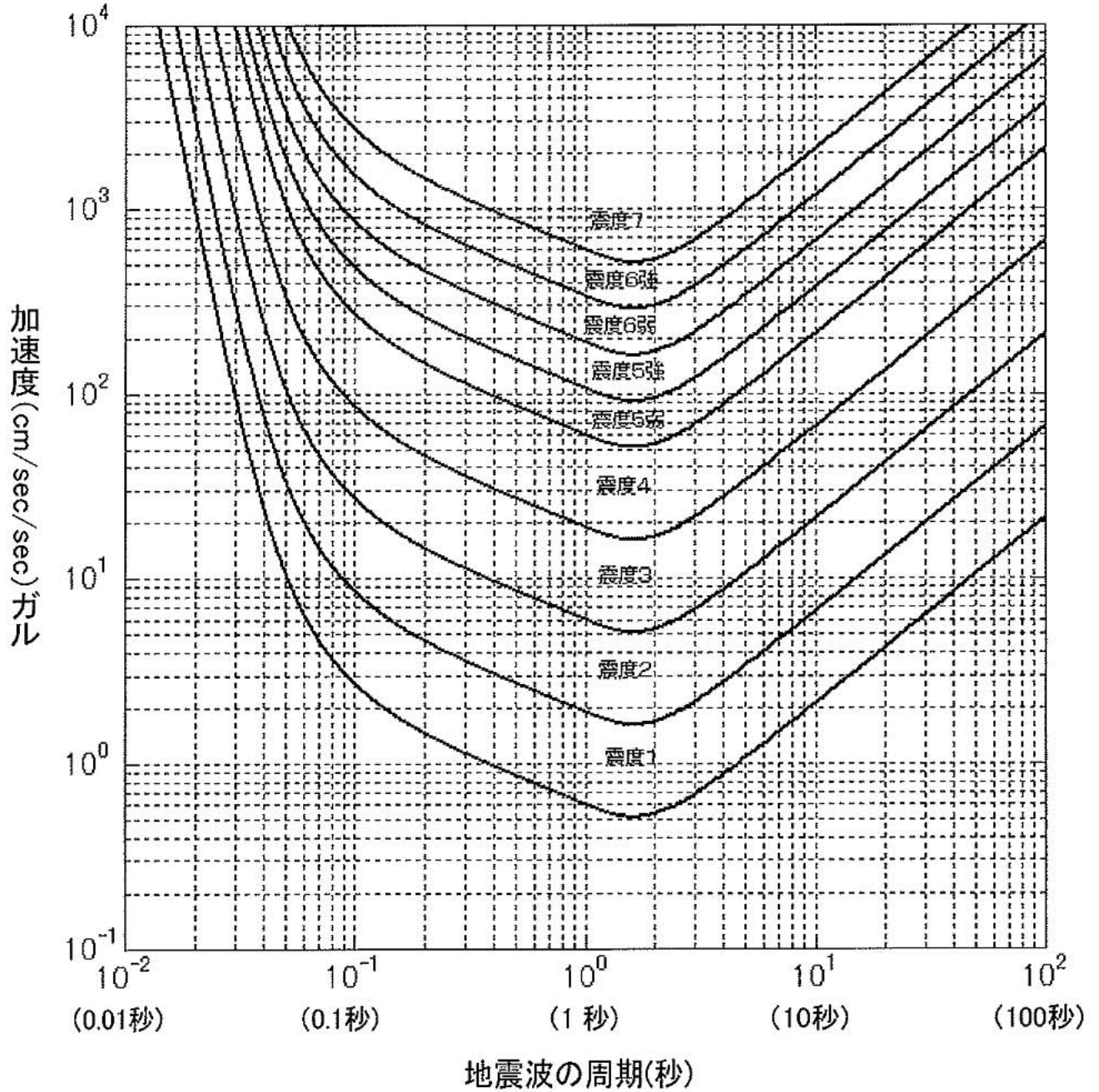
次頁のグラフは、気象庁震度階級表と呼ばれるもので、均一な揺れが数秒間続くと仮定した時、地震波の周期、加速度と震度との関係を表す。

例えば、100ガルの加速度でも周期が0.03秒では 震度1、

0.1秒では震度4、1秒では震度5弱となる。

この震度階は、基本的には地震被害の程度を表わそうとするもので、建築構造設計で言う震度(層剪断力係数)とは、全く違う。

気象庁震度階級表



周期および加速度と震度(理論値)の関係
 均一な周期の振動が数秒間継続した場合

震度と揺れ等の状況(概要)

0 **【震度0】**
人は揺れを感じない。

1 **【震度1】**
屋内で静かにしている人の中には、揺れをわずかに感じる人がいる。

2 **【震度2】**
屋内で静かにしている人の大半が、揺れを感じる。

3 **【震度3】**
屋内にいる人のほとんどが、揺れを感じる。

4 **【震度4】**

- ほとんどの人が驚く。
- 電灯などのつり下げ物は大きく揺れる。
- 座りの悪い置物が、倒れることがある。

6弱 **【震度6弱】**

- 立っていることが困難になる。
- 固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。ドアが開かなくなることがある。
- 壁のタイルや窓ガラスが破損、落下することがある。
- 耐震性の低い木造建物は、瓦が落下したり、建物が傾いたりすることがある。倒れるものもある。

耐震性が高い 耐震性が低い

5弱 **【震度5弱】**

- 大半の人が、恐怖を覚え、物につかまりたいと感じる。
- 棚にある食器類や本が落ちることがある。
- 固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある。

6強 **【震度6強】**

- はわないと動くことができない。飛ばされることもある。
- 固定していない家具のほとんどが移動し、倒れるものが多くなる。
- 耐震性の低い木造建物は、傾くものや、倒れるものが多くなる。
- 大きな地割れが生じたり、大規模な地すべりや山体の崩壊が発生することがある。

耐震性が高い 耐震性が低い

5強 **【震度5強】**

- 物につかまらなると歩くことが難しい。
- 棚にある食器類や本で落ちるものが多くなる。
- 固定していない家具が倒れることがある。
- 補強されていないブロック塀が崩れることがある。

7 **【震度7】**

- 耐震性の低い木造建物は、傾くものや、倒れるものがさらに多くなる。
- 耐震性の高い木造建物でも、まれに傾くことがある。
- 耐震性の低い鉄筋コンクリート造の建物では、倒れるものが多くなる。

耐震性が高い 耐震性が低い

地震が起きたら

あわてず、まず身の安全を!!

緊急地震速報を見聞きしたら

- 頭を保護し、丈夫な机の下など安全な場所に避難
- 運転中は、ハザードランプを点灯し、緩やかに減速
- あわてて外に飛び出さない(落下物や車が危険)
- 近づくな、門や塀、自動販売機やビルのそば
- 揺れがおさまってから、あわてず火の始末
- 海岸でぐらっときたら高台へ
- あわてた行動、けがのもと

家屋の耐震化や家具の固定など、日頃から地震に備えましょう!!

▶ 木造建物(住宅)の状況

震度階級	木造建物(住宅)	
	耐震性が高い	耐震性が低い
5弱	—	壁などに軽微なひび割れ・亀裂がみられることがある。
5強	—	壁などにひび割れ・亀裂がみられることがある。
6弱	壁などに軽微なひび割れ・亀裂がみられることがある。	壁などのひび割れ・亀裂が多くなる。 壁などに大きなひび割れ・亀裂が入ることがある。 瓦が落下したり、建物が傾いたりすることがある。 倒れるものもある。
6強	壁などにひび割れ・亀裂がみられることがある。	壁などに大きなひび割れ・亀裂が入るものが多くなる。 傾くものや、倒れるものが多くなる。
7	壁などのひび割れ・亀裂が多くなる。 まれに傾くことがある。	傾くものや、倒れるものがさらに多くなる。

(注1)木造建物(住宅)の耐震性により2つに区分けした。耐震性は、建築年代の新しいものほど高い傾向があり、概ね昭和56年(1981年)以前は耐震性が低く、昭和57年(1982年)以降には耐震性が高い傾向がある。しかし、構法の違いや壁の配置などにより耐震性に幅があるため、必ずしも建築年代が古いというだけで耐震性の高低が決まるものではない。既存建築物の耐震性は、耐震診断により把握することができる。

(注2)この表における木造の壁のひび割れ、亀裂、損壊は、土壁(割り竹下地)、モルタル仕上壁(ラス、金網下地を含む)を想定している。下地の弱い壁は、建物の変形が少ない状況でも、モルタル等が剥離し、落下しやすくなる。

(注3)木造建物の被害は、地震の際の地震動の周期や継続時間によって異なる。平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震のように、震度に比べ建物被害が少ない事例もある。

▶ 鉄筋コンクリート造建物の状況

震度階級	鉄筋コンクリート造建物	
	耐震性が高い	耐震性が低い
5強	—	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が入ることがある。
6弱	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が入ることがある。	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が多くなる。
6強	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂が多くなる。	壁、梁(はり)、柱などの部材に、斜めや X 状のひび割れ・亀裂がみられることがある。 1階あるいは中間階の柱が崩れ、倒れるものがある。
7	壁、梁(はり)、柱などの部材に、ひび割れ・亀裂がさらに多くなる。 1階あるいは中間階が変形し、まれに傾くものがある。	壁、梁(はり)、柱などの部材に、斜めや X 状のひび割れ・亀裂が多くなる。 1階あるいは中間階の柱が崩れ、倒れるものが多くなる。

(注1) 鉄筋コンクリート造建物では、建築年代の新しいものほど耐震性が高い傾向があり、概ね昭和56年(1981年)以前は耐震性が低く、昭和57年(1982年)以降は耐震性が高い傾向がある。しかし、構造形式や平面的、立面的な耐震壁の配置により耐震性に幅があるため、必ずしも建築年代が古いというだけで耐震性の高低が決まるものではない。既存建築物の耐震性は、耐震診断により把握することができる。

(注2) 鉄筋コンクリート造建物は、建物の主体構造に影響を受けていない場合でも、軽微なひび割れがみられることがある。

▶ 地盤・斜面等の状況

震度階級	地盤の状況	斜面の状況
5弱	亀裂 ^{※1} や液状化 ^{※2} が生じることがある。	落石やがけ崩れが発生することがある。
5強		
6弱	地割れが生じることがある。	がけ崩れや地すべりが発生することがある。
6強	大きな地割れが生じることがある。	がけ崩れが多発し、大規模な地すべりや山体の崩壊が発生することがある ^{※3} 。
7		

※1 亀裂は、地割れと同じ現象であるが、ここでは規模の小さい地割れを亀裂として表記している。

※2 地下水位が高い、ゆるい砂地盤では、液状化が発生することがある。液状化が進行すると、地面からの泥水の噴出や地盤沈下が起こり、堤防や岸壁が壊れる、下水管やマンホールが浮き上がる、建物の土台が傾いたり壊れたりするなどの被害が発生することがある。

※3 大規模な地すべりや山体の崩壊等が発生した場合、地形等によっては天然ダムが形成されることがある。また、大量の崩壊土砂が土石流化することもある。

▶ ライフライン・インフラ等への影響

ガス供給の停止	安全装置のあるガスメーター(マイコンメーター)では震度5弱程度以上の揺れで遮断装置が作動し、ガスの供給を停止する。 さらに揺れが強い場合には、安全のため地域ブロック単位でガス供給が止まることもある※。
断水、停電の発生	震度5弱程度以上の揺れがあった地域では、断水、停電が発生することがある※。
鉄道の停止、 高速道路の規制等	震度4程度以上の揺れがあった場合には、鉄道、高速道路などで、安全確認のため、運転見合わせ、速度規制、通行規制が、各事業者の判断によって行われる。(安全確認のための基準は、事業者や地域によって異なる。)
電話等通信の障害	地震災害の発生時、揺れの強い地域やその周辺の地域において、電話・インターネット等による安否確認、見舞い、問合せが増加し、電話等がつながりにくい状況(ふくそう)が起こることがある。そのための対策として、震度6弱程度以上の揺れがあった地震などの災害の発生時に、通信事業者により災害用伝言ダイヤルや災害用伝言板などの提供が行われる。
エレベーターの停止	地震管制装置付きのエレベーターは、震度5弱程度以上の揺れがあった場合、安全のため自動停止する。 運転再開には、安全確認などのため、時間がかかることがある。

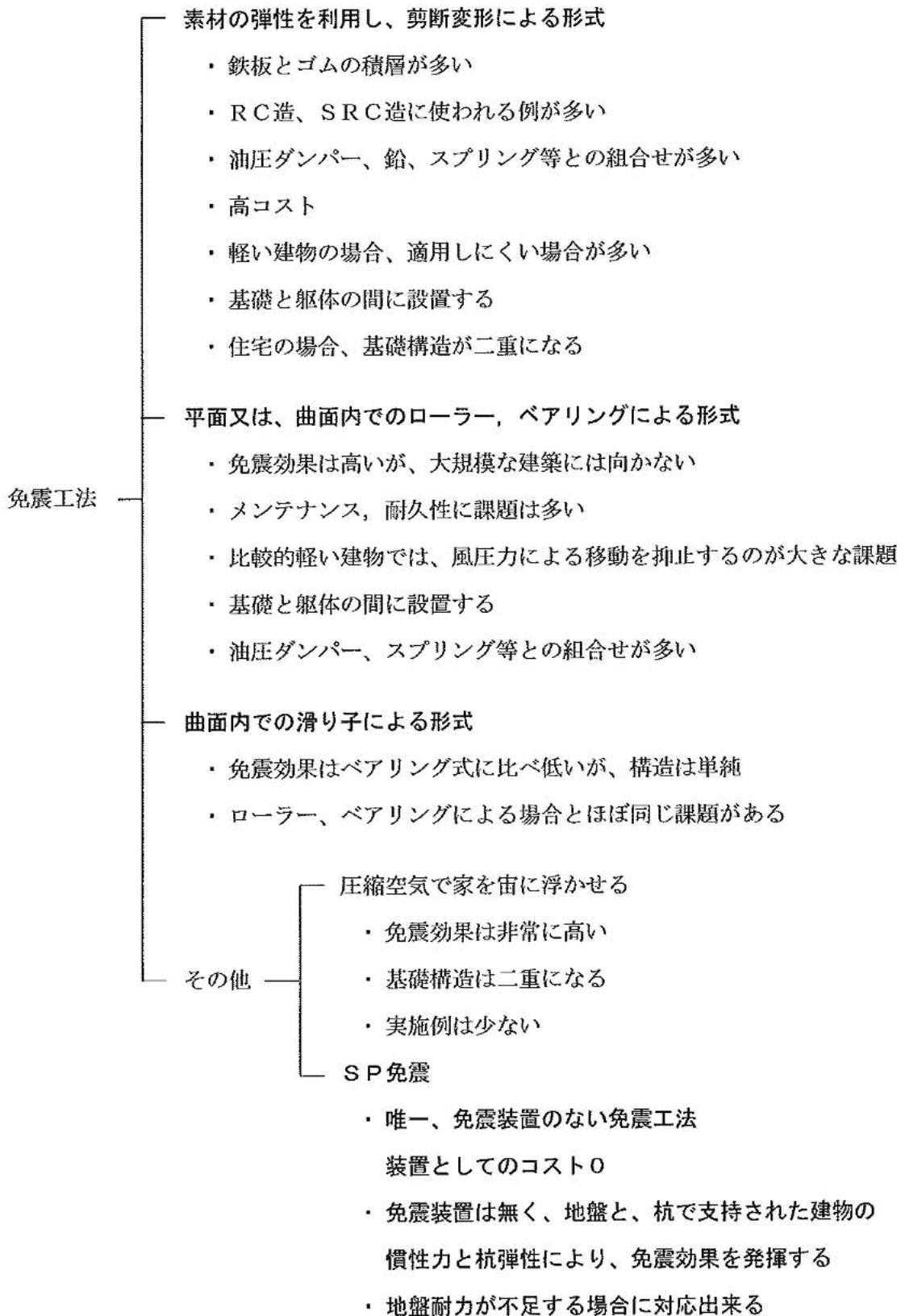
※震度6強程度以上の揺れとなる地震があった場合には、広い地域で、ガス、水道、電気の供給が停止することがある。

▶ 大規模構造物への影響

長周期地震動※による 超高層ビルの揺れ	超高層ビルは固有周期が長いいため、固有周期が短い一般の鉄筋コンクリート造建物に比べて地震時に作用する力が相対的に小さくなる性質を持っている。しかし、長周期地震動に対しては、ゆっくりとした揺れが長く続き、揺れが大きい場合には、固定の弱いOA機器などが大きく移動し、人も固定しているものにつかまらなると、同じ場所にいられない状況となる可能性がある。
石油タンクのスロッシング	長周期地震動により石油タンクのスロッシング(タンク内溶液の液面が大きく揺れる現象)が発生し、石油がタンクから溢れ出たり、火災などが発生したりすることがある。
大規模空間を有する施設 の天井等の破損、脱落	体育館、屋内プールなど大規模空間を有する施設では、建物の柱、壁など構造自体に大きな被害を生じない程度の地震動でも、天井等が大きく揺れたりして、破損、脱落することがある。

※規模の大きな地震が発生した場合、長周期の地震波が発生し、震源から離れた遠方まで到達して、平野部では地盤の固有周期に応じて長周期の地震波が増幅され、継続時間も長くなることがある。

4 免震工法の色々



5 SP免震基礎工法とは

special performance のSPと、杭単独で免震効果を発揮するのではなく、免震に相応しい形状の基礎と一体となって免震効果を発揮することから『SP免震基礎工法』と呼びます。

5-1 特許・大臣認定

特許は出願済です。

鋼管杭の曲げ弾性の利用と、杭頭部周囲の基礎形状等を請求項とする特許です。

免震効果の算定には、地盤、杭、建物を一つの系とした動的解析が必要であり、基礎形状、杭配置を模倣すれば免震効果が説明できるというものではありません。

又、建物形状に対する適切な杭配置計画を誤ると、危険な場合も考えられます。

杭は、bDパイプ または ブレードパイプを使い、この回転埋設鋼管杭は既に大臣認定を取得済です。

(免震効果を前提に耐力壁を少なく、又 柱、梁を小さくするという設計は考えていません)

5-2 免震装置のない免震基礎の概念

積層ゴムを使った免震装置は、ゴムの剪断弾性変形という性質を利用し、この上に載る建物全体としての固有周期を長くすることにより、地震動が伝達しにくいものとしています。

SP免震基礎工法では、ゴムに相当するものを、建物荷重を支持する為に施工する鋼管杭としました。

何故そのようなことが成立するかと云えば、軟弱地盤に施工され建物荷重を支持している鋼管杭は、地震動の作用を受けた際、建物という大きな重量の慣性力が働くため、(この場合、動かずにそこに停まるという性質)地盤からの水平力を受けても地震動と同じ動きはしません。

そして、杭材、杭形、杭長、杭本数、建物重量、水平地盤反力等から算定される周期で振動することになります。

この周期は地震動とは異なり、かつ振幅は小さく加速度を小さくすることが出来、免震効果が生れます。

5-3 何故bDパイルに免震効果が生まれるのか

- * 建物は鋼管杭というばねで、鉛直方向にも水平方向にも支持されていると考える。
(地盤耐力が不足しているので基礎杭を施工)
- * 鋼管杭の曲げ力に対するばね定数は、杭の曲げ剛性(E・I)と杭径、水平地盤反力係数により決まる。
- * ばねに支持された建物全体(建物を一質点と考える)としての固有周期は、バネ定数との関係で決まる。
- * 杭を伝達して建物に作用する水平地震力は、建物の慣性力とばねの働きにより小さくなる。

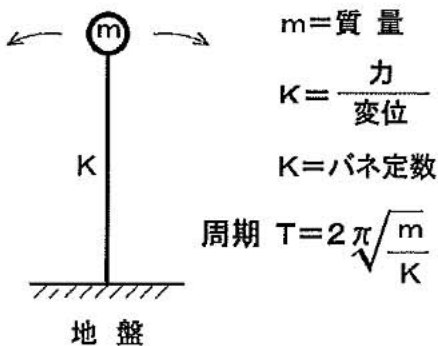
その結果

加速度 → 小 到達速度 → 遅 変位 → 小

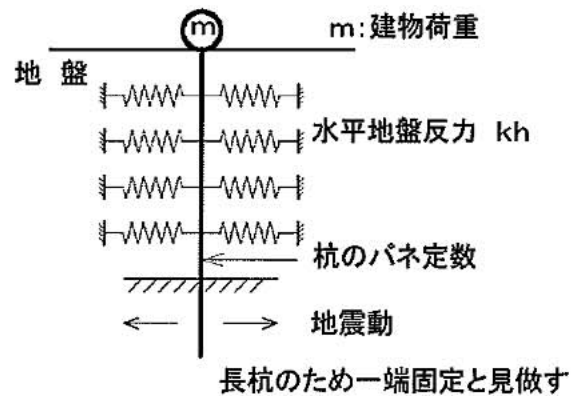
となり、免震効果となります。

※ 杭の弾性とこれに支えられた建物の固有周期に着目した免震の概念は世界初です。

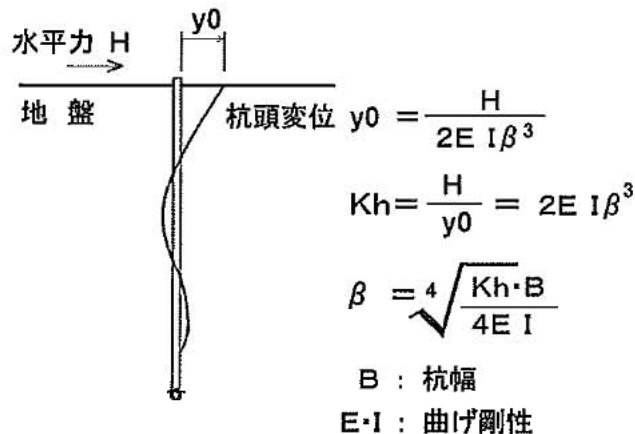
一般的モデル



土中にある杭のモデル化



杭頭ピンの場合の変位

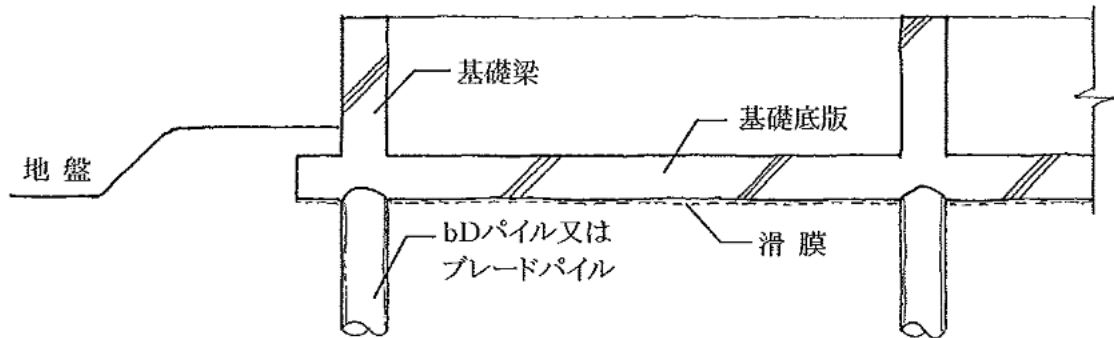


5-4 SP免震基礎工法と望ましい基礎形状

- ① 地震動のエネルギーを出来るだけ基礎に伝達させないことが、免震効果を高くすることになります。

理想的には、基礎は杭のみで支持され、地盤に接していない形式となります。

木造建物の場合



- ① 基礎の凍結線以下への根入
- ① 基礎底面はできるだけ平らな面が良い。
- ① 床束も建物と一体に動かなければならないので、ベタ基礎。
- ① 防湿シート(滑膜)には、地盤との摩擦を小さくする働きを持たせる。
- ① 基礎下に砂利地業、捨コン等は不要、施工上必要な場合は出来るだけ平らに施工する。
- ① 基礎外周部の受働土圧を小さくする為、基礎底面を周辺地盤面と同じか高くする。
低くする場合は、基礎周囲はあまり転圧しないのが望ましい。犬走りはあっても良い。
- ① 基礎に高低差がある場合は、段差の地盤側は転圧しないか、土以外の緩衝作用のあるもので充填します。一般的なベタ基礎もこれに準じます。

鉄筋コンクリート、鉄骨造の場合

- ① 不必要に基礎を深くしない。
- ① 耐圧版形式とする。
- ① 布基礎の場合でも、底面を水平面にする。
- ① より免震効果を発揮させる為、建物周囲をドライピットにする。

5-5 SP免震基礎工法の免震効果と地盤耐力

- 建物荷重を安全に支持でき、地震力が作用した場合も支持力、杭耐力共に安全であるという前提のもとで、次の事がいえます。
 - ・ 杭は細い程、免震効果は高くなります。
 - ・ 杭本数は少ない程、免震効果は高くなります。
 - ・ 地表近くの地耐力が、低い程免震効果は高くなります。
 - ・ 杭頭は、基礎に対して理想的なピン構造に近い程、免震効果は高くなります。
 - ・ 基礎底面は、より平面に近く、地盤との摩擦が少ない程、免震効果は高くなります。
- 地盤耐力がある程度あり、必ずしも杭地業を必要としない地盤でも、杭の施工方法を工夫することで、SP免震基礎工法を採用することは出来ます。
- 軟弱地盤程、地震動による振幅は大きく、被害が大きくなることは良く知られています。そのような地盤こそ、SP免震基礎工法が相応しいといえます。

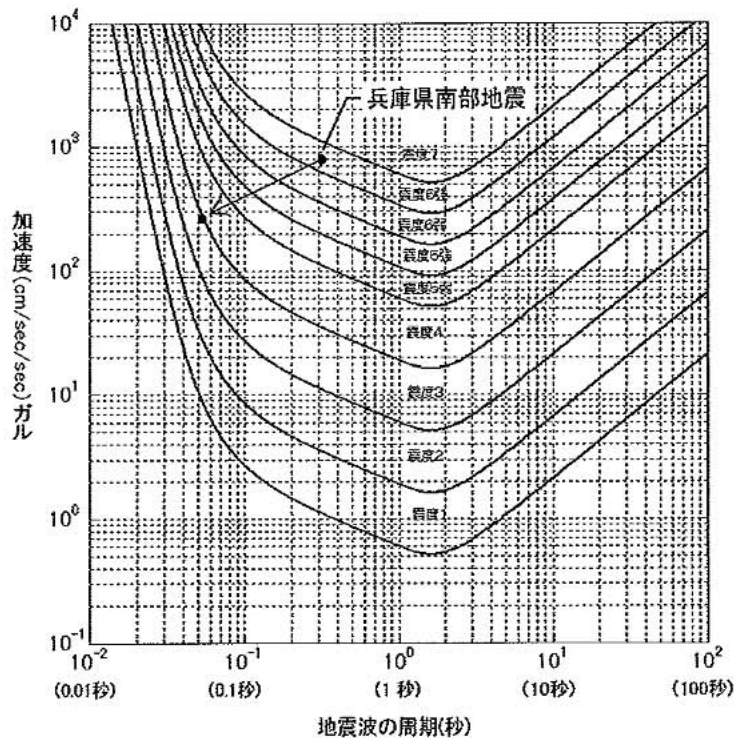
5-6 SP免震基礎工法の免震効果とその表現

- 基本としては、阪神大震災の地震波(兵庫県南部地震)が、設計建物の地盤に作用したものとし、その際に建物を一質点と仮定した場合の地盤面での最大加速度と、最大振幅を兵庫県南部地震波と比較します。

$$\frac{\text{兵庫県南部地震最大加速度} - \text{当該物件の最大加速度}}{\text{兵庫県南部地震最大加速度}} \times 100 = \boxed{} \% \text{ 低減}$$

$$\frac{\text{兵庫県南部地震最大振幅} - \text{当該物件の最大振幅}}{\text{兵庫県南部地震最大振幅}} \times 100 = \boxed{} \% \text{ 低減}$$

- 同時に設計建物の周期も計算されるので、この周期と最大加速度から、気象庁震度階級表に



のように記入し、SP免震基礎工法により、低減した震度が一目瞭然に理解できる表現とします。

- 地震動は、現実には3次元の揺れですが、本来建物は、鉛直方向の力に対しては十分安定であるので、特別な場合を除き、建物に作用する地震力は、建築基準法上も水平方向の力だけを対象としています。

したがって、SP免震基礎工法での免震効果も、水平方向の地震力についてのみの計算となります。

5-7 SP免震基礎工法の設計手法・成果品

地盤調査資料 → 支持層の決定

杭長決定

杭先端N値の評価

地表付近の水平地盤反力係数を求める

(孔内水平載荷試験 or N値より換算)

杭種の決定(上部構造の規模、重さを考慮)

杭支持力の算定、 βL の算定

建物資料 → 基礎形状の決定

- ・ 平面図 木造構造計算を行い、建物重量、地震力の算定(柱 又 壁毎の重量も)
 - ・ 仕様書 する。
 - ・ 矩計図 構造計算書より重量の確認
 - ・ etc 建物の重心位置を求める
- 水平荷重を算定又は構造計算書により確認

以上の結果より、

- 杭の必要本数を算定する
 - ・ 鉛直荷重による必要本数
 - ・ 杭頭ピンとして杭材モーメントを求め、M-N図で安全を確認した必要本数
- 杭一本当り支持力がより均等となり、杭の水平反力の剛心が重心に重なるように杭配置する。
- 兵庫県南部地震波が建物に作用した場合の最大加速度、最大振幅、周期を求める。
- 免震効果を計算する。
- 気象庁震度階級表にプロットする。

- 成果品
- 杭支持力の算定と杭本数の算定
 - 建物の重量計算と重心位置の算定
 - 基礎伏図と杭配置計画図
 - 基礎梁強度計算表(鉄筋量の検討書)
 - 兵庫県南部地震が作用した場合の当該物件の最大加速度、最大振幅の計算書。振動周期の計算書
 - 免震効果の計算書と気象庁震度階級表にプロットした資料

6 SP免震基礎工法のメリット

bDパイル、ブレードパイルを使う場合

- 建物の設計・施工への制約はほとんどありません。
- 建物の荷重を支える為の杭がそのまま免震効果を持つので、免震装置としての費用は0であり、他の免震工法に比較し大変安価です。
- 基礎工事は、従来のベタ基礎と比較すると、根伐土量が少ない、砂利地業、捨コン不要でコスト削減となります。
従来通りのベタ基礎でも可能です。
- 建物の損壊防止と室内での安全性向上が期待出来ます。
- 免震装置がないので耐久性に問題はなく、維持管理費用は全く掛りません。
- 地盤が悪い程免震効果が高くなり、高度な軟弱地盤対策にもなります。
- 軽い建物での免震工法で、大きな課題となる風圧力による揺れがありません。
それは、地盤が杭を水平方向に支えているためです。
- 従来の免震装置では、長周期地震動に対しては、耐震建築物より建物が大きく揺れ、室内での危険性が高くなる場合がありますが、SP免震基礎工法では、長周期地震動に共振することはなく安全です。
これも、地盤が杭を水平方向に支持しているため。