

革新的概念に基づく 免震装置のない 免震基礎

SP免震基礎工法

必ず遭遇する地震災害に安全と安心を

特許出願済

共同研究 日本大学工学部 コンピューテーション応用力学研究室 ブンタラ・ステンリーガン准教授

地震の強さ、規模

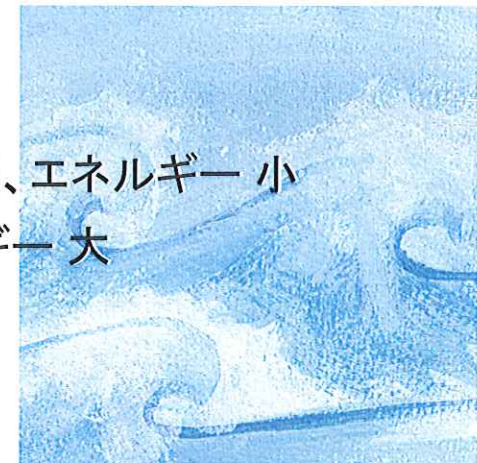
- ◎ マグニチュード M で表わす $M > 8$:巨大地震 $M > 7$:大地震
 - 1923年 関東大地震 $M : 7.9$
 - 1995年 阪神淡路大地震 $M : 7.3$
 - 2011年 東北地方太平洋沖地震 $M : 9.0$
- マグニチュードが 1 大きいと、エネルギーは約 **32** 倍、2 大きいと **1,000** 倍

地震力

- ◎ 建物に作用する地震力 = 質量(建物の重さ) × 加速度(1gal = 1cm/秒/秒)
- ◎ 重い建物程、大きな地震力が作用する
- ◎ 建物に作用する力は慣性力による

地震波

- ◎ P波 primary wave 縦波(疎密波)、固体、液体、気体を伝達、エネルギー 小
 - ◎ S波 secondary wave 横波(剪断波)、固体のみ伝達、エネルギー 大
- 建物の免震は主として S波に対する対策となる

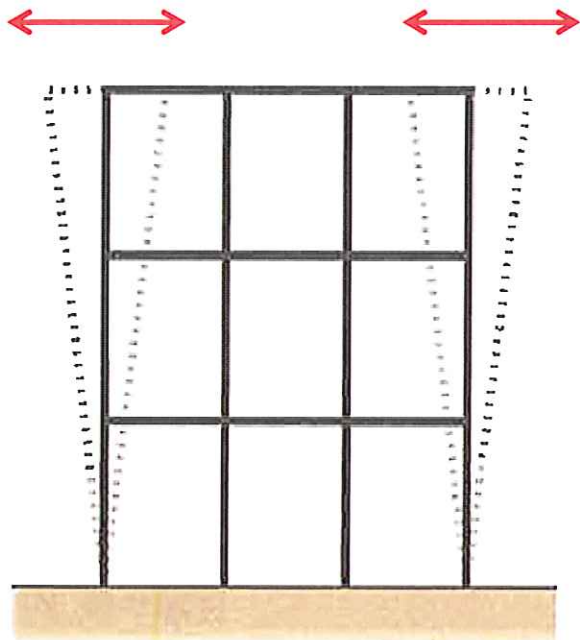


建物の地震対策の方法とその特徴・課題

耐震

制震

免震

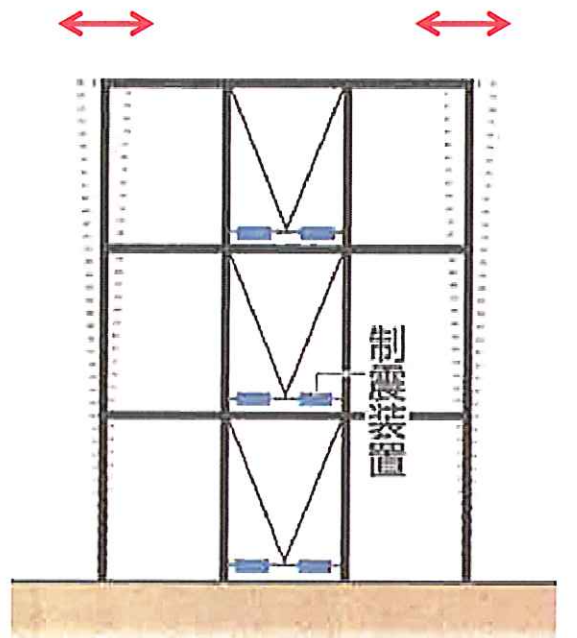


←→ 地震動

耐震構造

- ◎ 柱・梁・壁を強くし、揺れても倒壊しない強さに造る
- ◎ 最も一般的な構造方法
- ◎ 巨大地震では、継続使用は困難でも、人命は守られる強さ
- ◎ **建物は壊れなくても、家具・什器の転倒、移動で怪我する人は多い。**

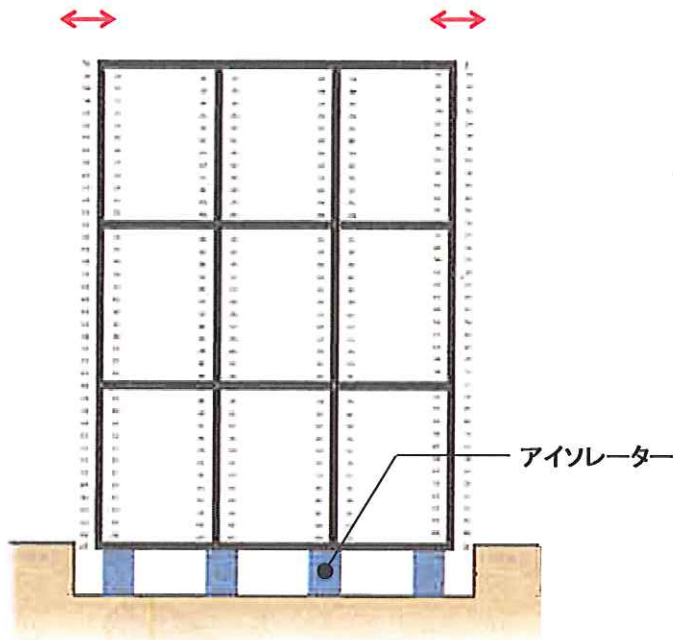
建物の地震対策の方法とその特徴・課題



←→ 地震動
制震構造

- ◎ 作用する地震のエネルギーをダンパー等 様々な方法で吸収 又は 相殺し、建物の揺れを小さくする
- ◎ 揺れる時間が短くなる
- ◎ 既存建物にも採用可能
- ◎ 耐震構造よりは 高コスト
- ◎ 大地震の後、再使用できなくなる部材もある
- ◎ **最下階では効果はない**

建物の地震対策の方法とその特徴・課題



←→ 地震動

免震構造

- ◎ 様々な装置(アイソレーター)を、地盤と建物の間に設置し、地震のエネルギーが建物に伝達しないよう設計する
- ◎ **大地震に対して最も安全**
- ◎ **高コスト メンテナンスが必要**
- ◎ **想定の振幅を超えた振動で大きな被害がでることもある**
- ◎ **軽量の建物では、風圧力対策が必須**
- ◎ **長周期地震動に対して、室内では耐震構造よりも危険な場合がある**

免震材料の分類と特徴

支承材

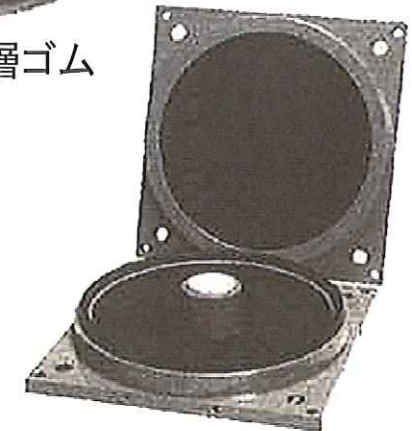
弾性系 : 積層ゴムその他の弾性体

すべり系 : 四フツ化エチレン、その他のすべり材

転がり系 : 鋼球等、転がり材

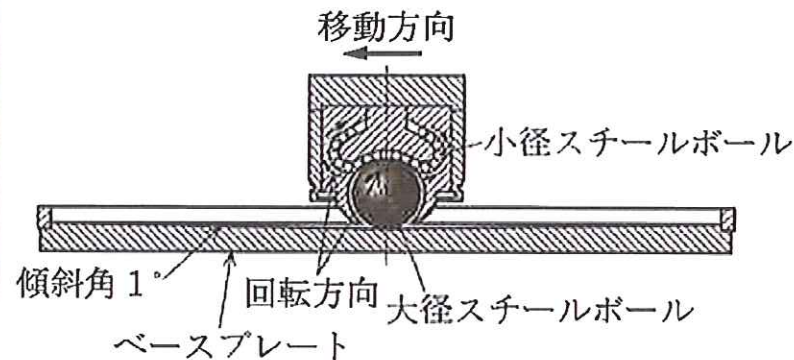
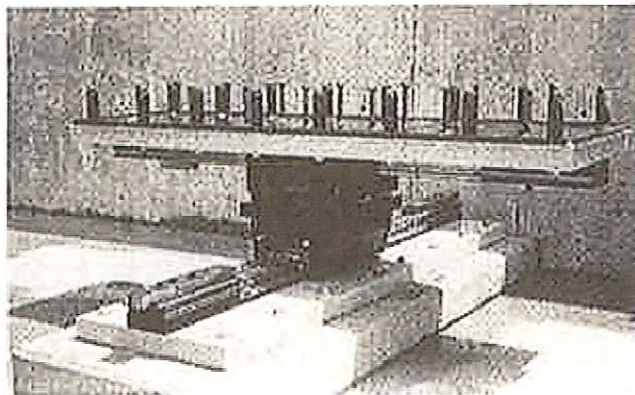


鉛プラグ入り積層ゴム



球面すべり支承

転がり支承



鉛直荷重を支持し、水平方向の変形性能を有する機能

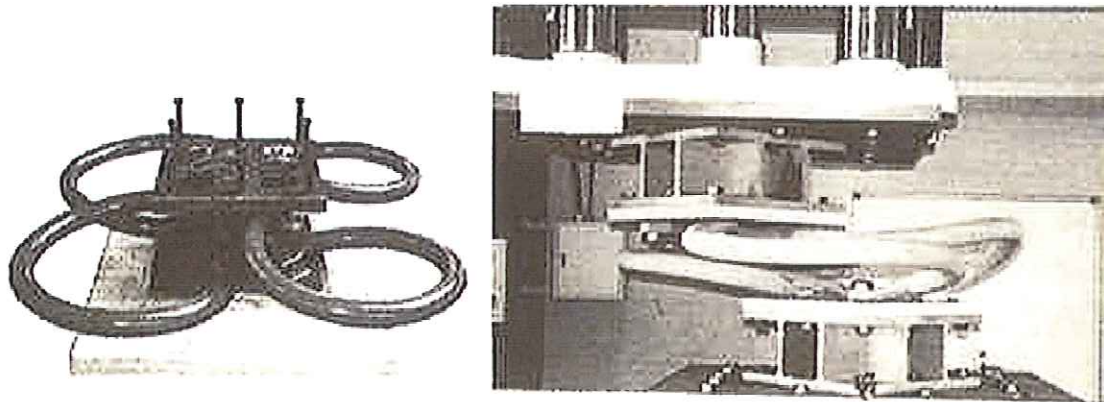
免震材料の分類と特徴

復元材

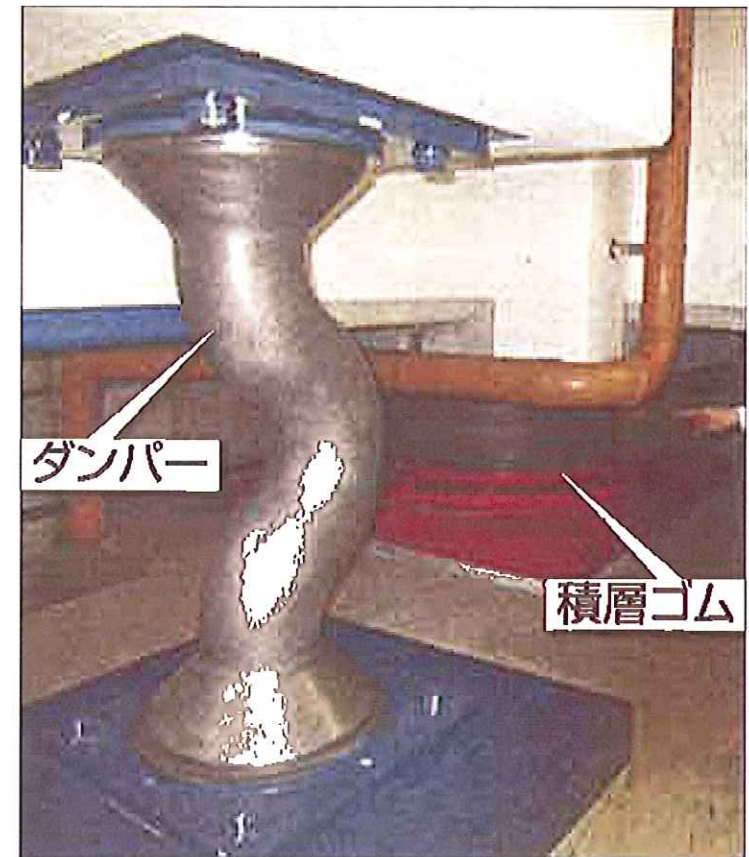
弾性系：鉛材 鋼材 その他

流体系：作動油、その他 粘性体

弾塑性ダンパー



鉛ダンパー



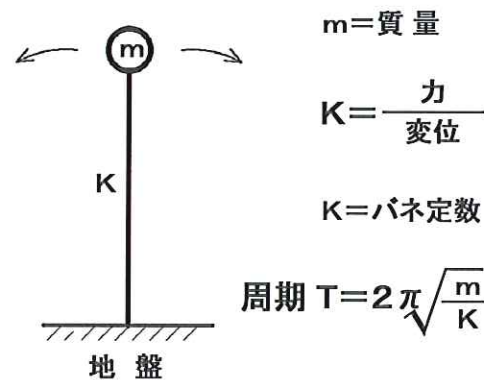
鋼管杭によるSP免震基礎の概念

- * 建物は鋼管杭というばねで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)
- * 鋼管杭のばね定数は、杭の曲げ剛性($E \cdot I$)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を一質点とした場合の周期・加速度・到達速度・変位は、水平地盤反力も考慮したバネ定数により計算される。
- * 杭を伝達して建物に作用する地震力は、建物の慣性とはばねの働きにより小さくなる。その結果、免震効果として

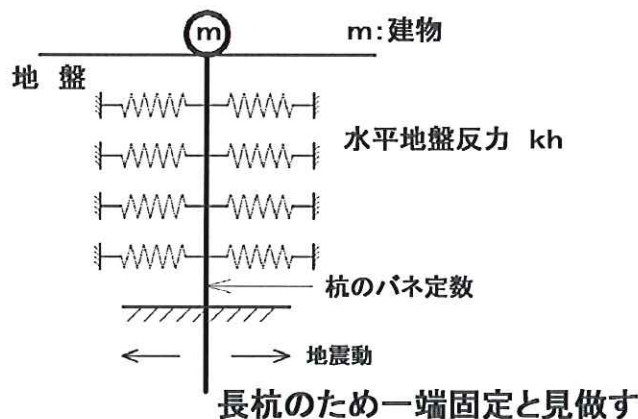
加速度 → 小 到達速度 → 遅 変位 → 小 となる。

※ 杭の弾性・形状・数量と地盤の力学的性質、建物の慣性力に着目した免震機構の概念は新しいもので、その免震効果は、地震応答解析によって証明された。

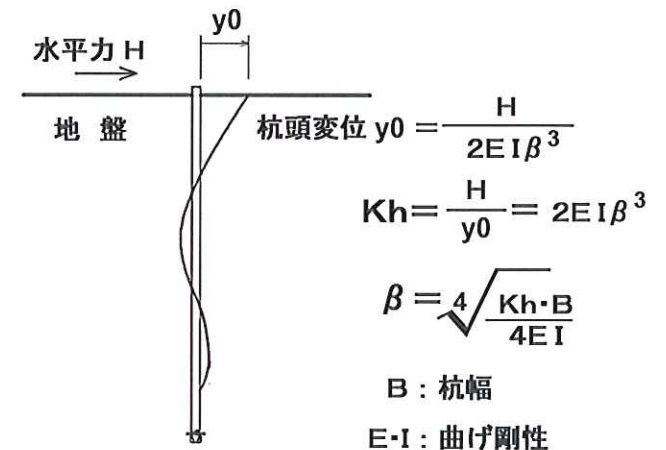
一般的モデル



土中にある杭のモデル化



杭頭ピンの場合の変位



鋼管杭による免震基礎の利点 (bDパイル, ブレードパイルを採用した場合)

- ◆ 免震装置の検討は不要。
- ◆ 木造住宅建築の場合、二つの基礎構造体は不要。
- ◆ 設計、施工への制約はほとんど無い。
- ◆ 建物の損壊防止と室内での安全性向上が期待できる。
- ◆ 鋼管杭に関する維持管理、耐久性についての課題はない。
- ◆ 軽量の住宅建築物でも風圧力に対する課題がない。
水平地盤反力により、安定している。
- ◆ 長周期地震動に対する共振の課題がない。
加速度の小さな地震動には水平地盤反力により、建物は地盤と一体となってゆっくりと動くので安全である。

建 物

- ◎ 振動がゆっくり
- ◎ 振幅が小さい

地 盤

- ◎ 速い振動
- ◎ 振幅が大きい





赤：地盤の加速度(大)

黄：建物の加速度(小)

SP免震基礎工法による免震効果算定の実例 ①

工事名 N様邸新築工事
所在地 青森県三沢市
構造・規模 木造在来工法2階建
延床面積 172.1㎡
杭種 bDパイル 139.8φ
杭長 L=6.5m
杭本数 22本

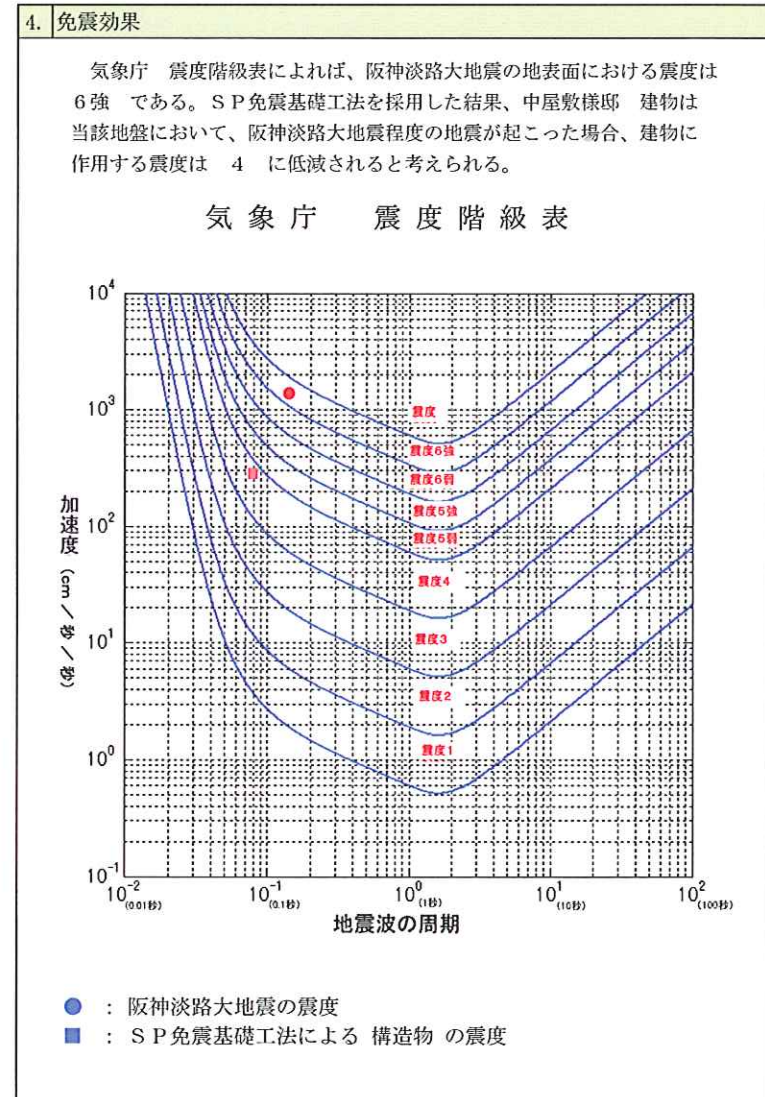
N様邸地盤調査資料

スウェーデン式サウンディング試験記録															
														No.3559	
現場名														調査年月日	2010/10/26
住所														調査時間	13:45~16:10
調査目的	新築工事に伴う地盤調査													調査責任者	中林
標高	天候 雨													調査者	中林
記事															
測点No.	1 KBM KBM + 0.25 m 地下水位													最終貫入深さ	6.00 m
記事															
おもひ	貫入	貫入	貫入	貫入	貫入	貫入	貫入	貫入	貫入	貫入	貫入	貫入	貫入	貫入	貫入
kg	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
100	5	0.25	25	20	1.6										
100	5	0.50	25	20	2.3										
100	2	0.75	25	8	1.4										
100	3	1.00	25	12	3.5										
100	8	1.25	25	32	1.4										
100	78	1.50	25	312	0.3										
100	78	1.75	25	312	0.3										
75	0	2.00	25	0	2.7	白沈									
50	0	2.25	25	0	4.5	白沈									
50	0	2.50	25	0	3.3	白沈									
100	6	2.75	25	24	1.3										
100	3	3.00	25	12	3.9										
75	0	3.25	25	0	83.3	白沈									
100	3	3.50	25	12	1.9										
100	5	3.75	25	20	1.5										
100	5	4.00	25	20	2.7										
100	4	4.25	25	16	2.7										
100	5	4.50	25	20	2.7										
100	11	4.75	25	44	0.9										
100	16	5.00	25	60	0.9										
100	10	5.25	25	40	1.4										
100	3	5.50	25	12	2.4										
100	7	5.75	25	28	1.3										
100	9	6.00	25	36	1.4										
100	112	6.25	25	443	0.3	非常に固い									
100	179	6.50	25	716	0.3	非常に固い									
100	120	6.60	10	1,200	0.1	非常に固い									

免震効果の算定結果

免震効果の算定結果	
1.	b Dパイルの種類、長さ、数量
	杭軸径 : 139.80 mm t = 4.5 mm 杭長 : 6.5 m 拡底板 : 300 mm 12溶接 杭本数 : 22 本
2.	免震効果の算定
	最大加速度 Q=131.70 GAL 最大加速度の低減率 $\frac{\text{阪神淡路の加速度} - Q}{\text{阪神淡路の加速度}} = \frac{817.8 - 131.7}{817.8} \times 100 = 83.90\%$
	最大振幅 S=0.23 cm 最大振幅の低減率 $\frac{\text{阪神淡路の振幅} - S}{\text{阪神淡路の振幅}} = \frac{9.54 - 0.05}{9.54} \times 100 = 99.48\%$
3.	固有周期
	構造物 0.07 秒 地盤 0.139 秒

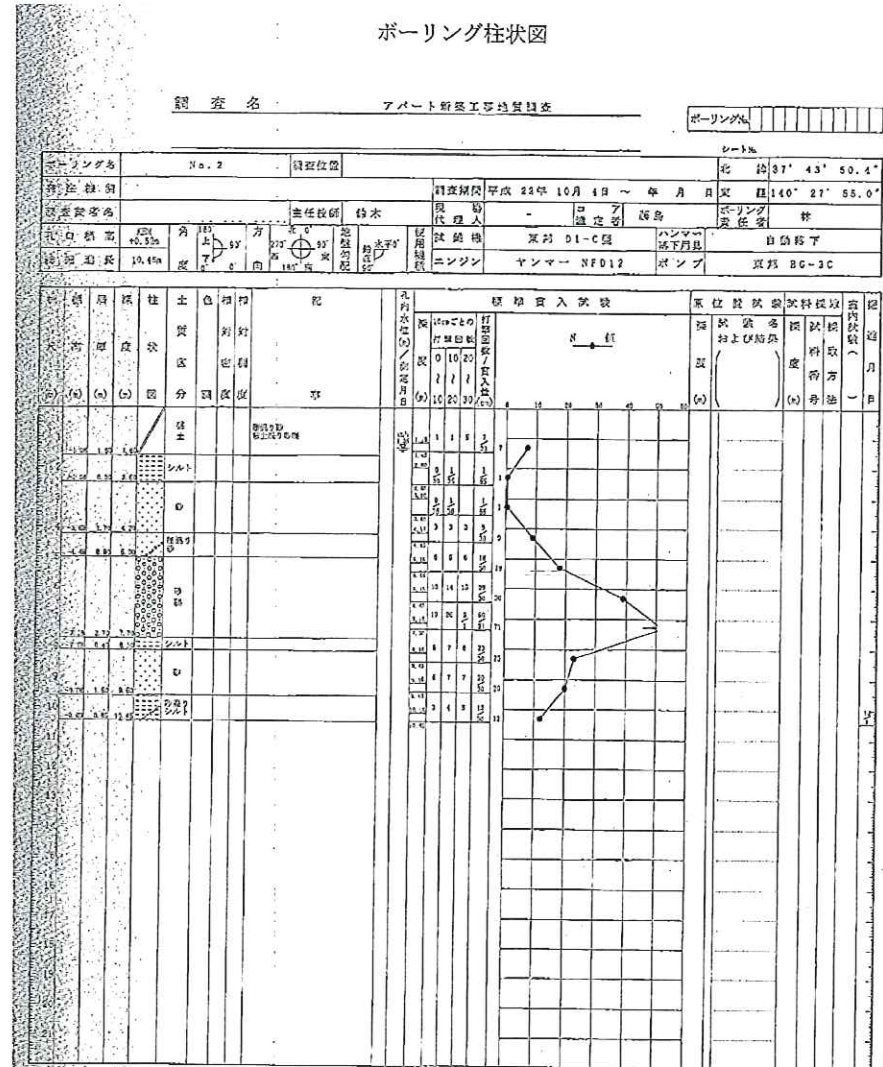
震度階級表



SP免震基礎工法による免震効果算定の実例 ②

工事名 R共同住宅新築工事
所在地 福島県福島市
構造・規模 鉄骨造3階建
延床面積 950m²
杭 種 bDパイル 190.7φ
杭 長 L=4.5m, 5.0m
本 数 67本

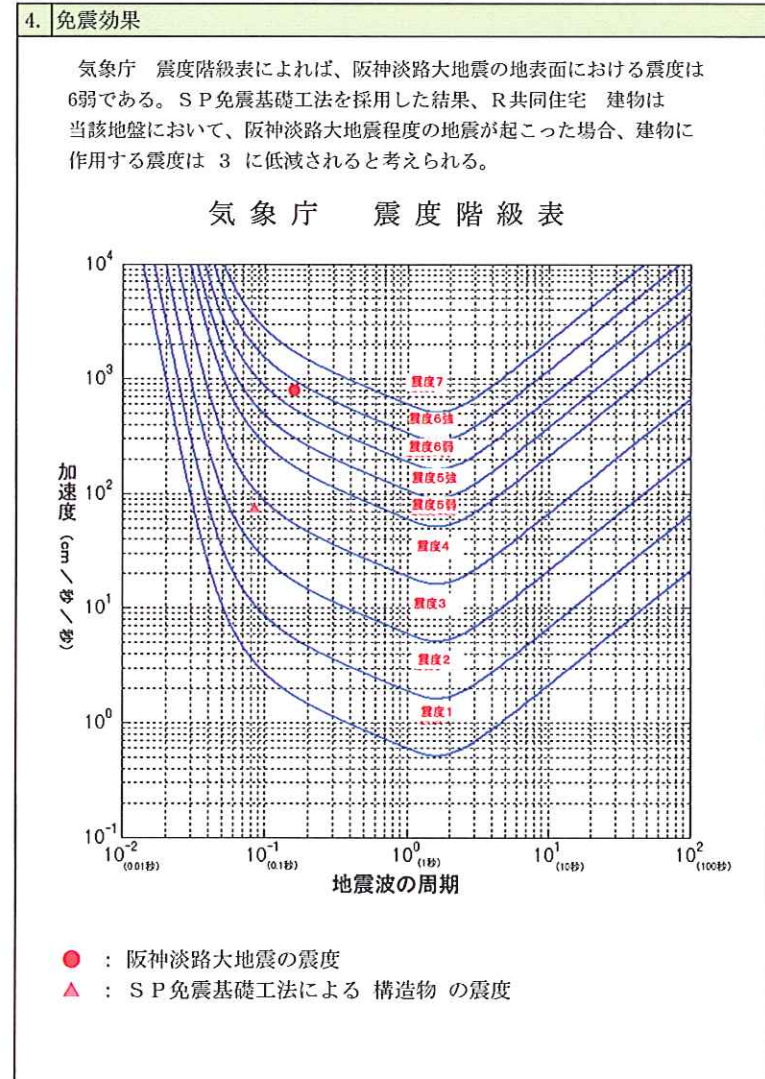
R共同住宅地盤調査資料



免震効果の算定結果

免震効果の算定結果	
1.	b Dパイルの種類、長さ、数量
杭軸径 :	190.7 mm t = 5.3 mm
杭長 :	4.5 m
杭本数 :	67 本
杭底板 :	450 mm 16溶接
2.	免震効果の算定
最大加速度	Q=81.36 GAL
	最大加速度の低減率
$\frac{\text{阪神淡路の加速度} - Q}{\text{阪神淡路の加速度}} = \frac{817.8 - 81.36}{817.8} \times 100 = 90.05 \%$	
最大振幅	S=0.05 cm
	最大振幅の低減率
$\frac{\text{阪神淡路の振幅} - S}{\text{阪神淡路の振幅}} = \frac{7.93 - 0.05}{7.93} \times 100 = 99.37 \%$	
3.	固有周期
構造物	0.085 秒
地盤	0.176 秒

震度階級表



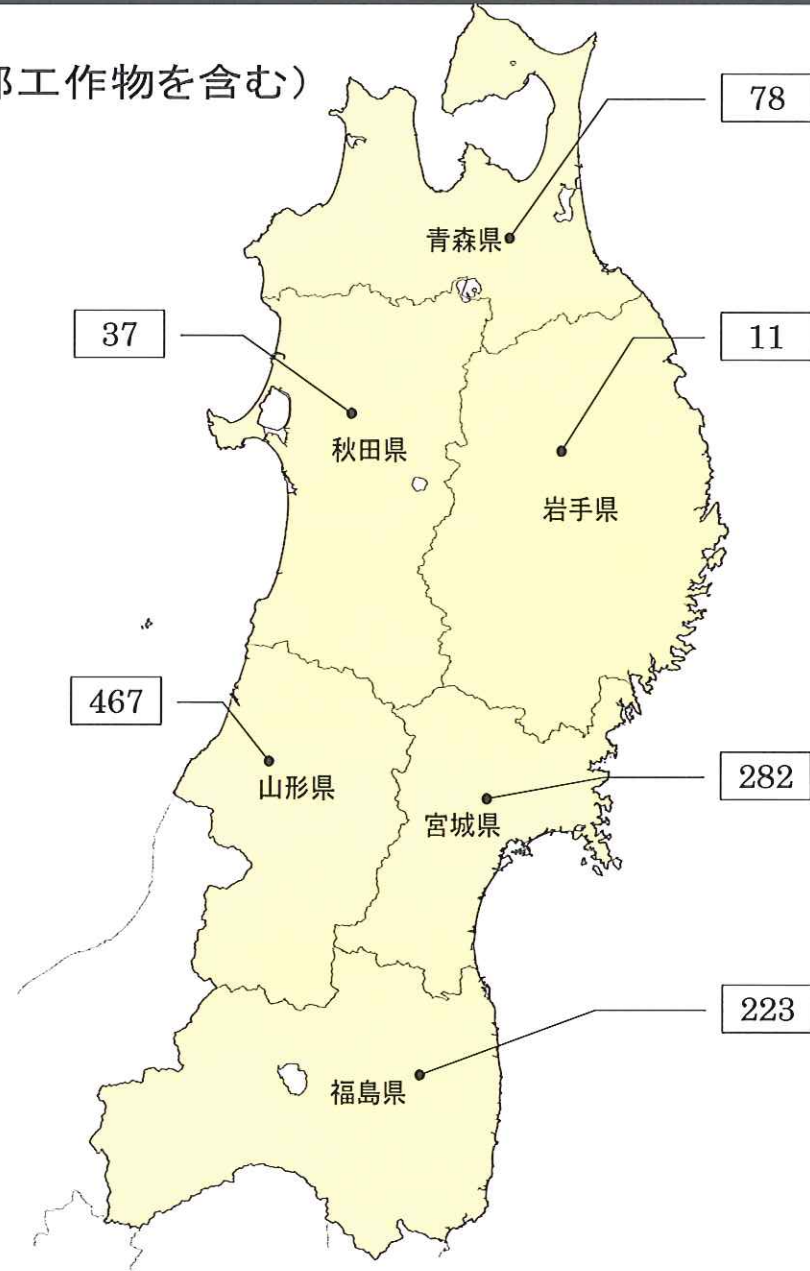
東北地方施工実績物件数一覧 (一部工作物を含む)

平成12年～平成22年

総工事数 1098件

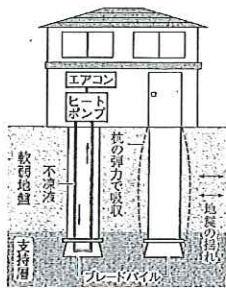
地震による建物被害 なし

(平成23年5月 現在)



発行 日 発行 年次 発行日 平成23年(2011年)7月5日(火曜日)

郡山「住環境設計室」が独自の工法



郡山市の設計会社「住環境設計室」が開発した住宅向け免震基礎工法が東日本各府県で注目を集めている。安価で工期も早く、震後の地震の揺れによる被害がゼロという、顧客を介して地中熱を利用できる利点もあり、東北独自の技術としてアピールしている。

特殊な杭で住宅免震

地震被害ゼロ 問い合わせ急増

形状で、国土交通省の認定を所収した。大きな着目。宮城、日本平部(郡山)福島県で516件、東の共同研究では最大限北全では1088件、揺れ約60%、最大加振地震の揺れによる被害が約60%、いずれも最少。害はない。高い免震効果が期待されている。工費は地震の性質を工費は地震の性質を、特に西日本の業者がで変わり、延べ床面積約1300平方メートルの2階建てという申し出が相次いで、長さ4.8メートルの杭を15、20本使用して約130万円、同社と共同研究を進めている日本工科大学教授が、学部の加藤順司教授、重いつ、工期は1、2日で、北大教授は「免震、メンテナンスも不要、エコの面で建設後の社地中熱を活用できる。会を交える可能性のあるリストもあり、杭内部で技術、安価な鋼管を使う不凍液循環させれば、ので国際的な普及にも障り、冷房などに使える。を地盤でもり立て、同様の影山千秋氏は、東北独自の技術、ま、2000、10年につながること。」

SP免震基礎工法の特徴

- ◆ 鋼管杭の弾性・靱性を生かした世界初の免震基礎工法
- ◆ 地盤耐力が不足する時、杭地業により 免震のためのコストは^{ゼロ}0
- ◆ 軟弱地盤程、大きな免震効果を生む免震基礎工法
- ◆ 建物に作用する地震加速度を80%前後低減出来る免震基礎工法
(地盤により変化する)
- ◆ 風圧力、長周期地震動にも安全な免震基礎工法
- ◆ 維持管理は全く不要な免震基礎工法