

免震継ぎ手(システム)1

耐震建物と免震構造の違い

耐震構造とは
耐震構造は、柱や梁を太くし、壁を厚くすることで地震に耐える強度で造られた建物。
耐震構造は、地震エネルギーがそのまま伝わるので、地震時に壁や什器の転倒や損傷をしやすい。



免震構造とは
地震エネルギーが直接伝わらないように基礎と上部構造の間に粘層ゴムなどの免震装置を取り付け、地震のエネルギーを建物上部に伝わりにくくする建物。
免震構造は、免震装置によって揺れを大きく減少させる効果があり、地震時に壁や什器の転倒や損傷がしにくい。

免震構造は建物の固有周期を長くすることで揺れの強さを大幅に軽減できる。

免震構造の種類(一例)

①基礎免震

地下や地上階で建物の最下部で免震装置を設ける構造。

②中間免震

中間階に免震装置を設けた免震建物。免震装置以下の階を駐車場やピロティとして活用します。

③フロア免震

新築ではなく重要文化財などを保存するのに採用する免震構造

(長野=長野県庁本館棟耐震改修工事・東京=東京都庁 国立西洋美術館・大阪=中央公会堂 etc)

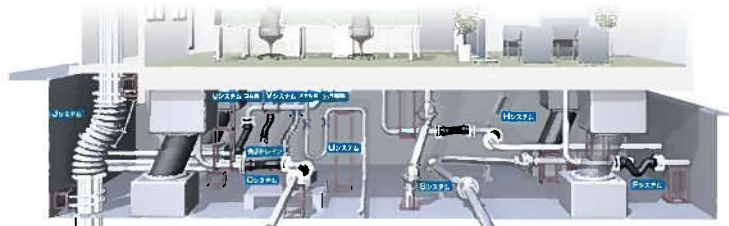
④柱頭免震

特定箇の柱頭部に免震装置を設置する構法。スペースの有効活用に採用されています。

免震継手可動確認試験

免震継ぎ手(システム)2

免震継手システム



免震建物
◇人命の確保
◇財産の保護
◇建物の維持

免震建物の維持性能
◇鉛直荷重支持性能
◇水平変形性能
◇復元性能
◇減衰性能

免震継手要求性能
◇変位追従性能
◇耐久性
◇復元性能
◇耐衝撃性能

免震継ぎ手(システム) 3

免震継ぎ手の材質種類

【材質】

免震継ぎ手の材質選定は重要項目の一つです。選定は流体、圧力、温度などを考慮します。主に使用される材質は、ゴム、メタル、フッ素樹脂の3種類となります。



材質の特徴

- ① ゴム
ゴム特有の弾性で短時間でも変位性能と復元性能は極めて高い。内面は平滑で液溜りも配慮されている。
- ② メタル
ステンレスのオメガまたはベローズの面間を長くする事で変位性能を高めている。耐圧性と耐熱性が特に良好で不燃である。
- ③ フッ素樹脂
ベローズチューブの面間を長くする事で変位性能を高めている。経年変化は極めて少ないが、高価であるため使用頻度は少ない。

【耐震継ぎ手の特性と使用液体系】

液系	素材	特性	使用液系例
水系	銅/黄銅/スチール	腐蝕性、塩素、オゾン等の耐劣化性、変位、圧力変動の耐劣化性に優れる	排水、汚水、雨水、海水、給水、再利用水、良質排水等
油系	SL8316 SL8301	不燃性であり気密性・耐熱性、耐圧性に優れる	給水、再利用水、給湯、湯水、注湯温水、高温排水等
有機溶剤系	PTFE等	耐腐蝕性、耐圧性、耐熱性に優れる	薬液、食酢、食油等

免震継ぎ手(システム) 4

免震継ぎ手システムの特徴

【免震継ぎ手とシステムの選定】

免震構造の変形量は、変位量または免震量と表され、その免震量は±200mmから800mm、ときには1000mmと大きく、東日本大震災以降は±1200mmなど大変位量の設計も増加傾向です。免震継ぎ手の役割は、設計における最大免震量を確実に吸収できる事が要求されますので、免震継ぎ手の材質特性を見極め、適応できる変位吸収方式(システム)を選別して、相対変位の生じる全ての配管に免震継ぎ手を取付けなければなりません。

選別システム代表例

システム名	システム1	システム2	システム3	システム4	システム5	システム6	システム7	システム8	システム9	システム10
構造										
最大変位量(変位)	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
向き	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×
不燃・難燃・耐火・遮断	×	○	○	×	×	×	×	×	×	×
最大圧力(CMP)	×	○	○	×	○	×	×	×	×	×
オゾン・塩素	×	○	○	×	○	×	×	×	×	×
腐蝕	×	○	○	×	○	×	×	×	×	×
ガス・油・有機溶剤	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
圧力範囲	0.1MPa~1.0MPa	0.1MPa~1.0MPa	0.1MPa~1.0MPa	0.1MPa~1.0MPa	0.1MPa~1.0MPa	0.1MPa~1.0MPa	0.1MPa~1.0MPa	0.1MPa~1.0MPa	0.1MPa~1.0MPa	0.1MPa~1.0MPa

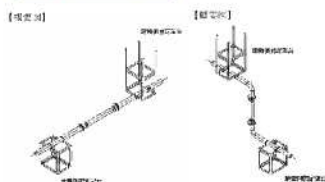
免震継ぎ手(特徴) 1

免震継手システム別の特徴

- ① F システム
 - ・方向性を選ばない排水専用の免震継手。
- ② H システム
 - ・ハンガータイプの吊り型免震システム。
- ③ C システム
 - ・コントローラタイプの置き型免震システム。
- ④ V システム
 - ・整設屋専用の免震継手。
- ⑤ U システム
 - ・設置方法は基礎頑が存在します。
- ⑥ J システム
 - ・タクトにも免震継手が必要です。
- ⑦ B システム
 - ・1.0K以上大口径に適します。

免震継ぎ手(特徴) 2

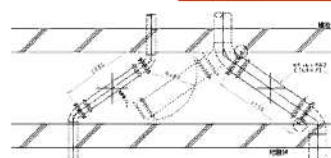
① F システム



方向性を選ばない排水専用の免震継手
 免震継手の伸縮を高めることで、L型に設置することなく、免震継手単体で変位吸収が可能です。排水系統はこのタイプが主流です。コストパフォーマンスにも優れます。

使用流体
 常用圧力のかからない0.3MPaまでの汚水、雨水、通気などの排水系配管に適します。

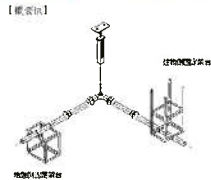
【施工上の留意事項】
 配管レベルの関係から免震継手と機軸の間に加工されることが多い。そのためクリアランスが少ないと、免震継手が作動時に他部位と接触することが考えられます。



斜め取付けにて並列する場合は、フランジ端部より免震量以上を確保する必要があります。

免震継ぎ手(特徴) 3

②Hシステム(コントロールサスペンション)



懸垂支持のコントロールサスペンション
 圧縮型のロングストロークコイルスプリングを採用し、地震時の生じる変位もスムーズに吸収できます。小口径の配管集約に適した免震システムです。

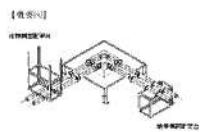
コントロールサスペンション
 レベルによって、壁取付け、横取付けがあるので、現場の配管レベルに合わせて選定します。
使用液体
 全ての免震継手材質が選定できる為、あらゆる高体に対応可能。
 ※ゴムとメタル及びフッ素樹脂を混用しての集約はできません。(メタルとフッ素樹脂は可)

【施工上の留意事項】
 天井スラブ支持のため天井から配管をレベルまである程度の距離を要します。設置距離は免震量によっても異なります。作動時には免震継手にサスペンションも連動するため、梁などの躯体や他の配管との有効クリアランスの確保して下さい。



免震継ぎ手(特徴) 4

③Cシステム(コントローラ)



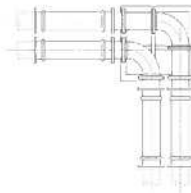
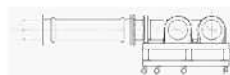
置き形のコントローラ
 大口径の配管を集約した設計が容易で、対応力を有した免震システム。現在では下部の免震ステージ及びプレートを取除いたものが標準です。

使用液体
 免震継手材質が選定できる為、あらゆる高体に対応可能。
 ※ゴムとメタル及びフッ素樹脂を混用して集約はできません。(メタルとフッ素樹脂は可)

【施工上の留意事項】
 配管の集約や大口径に適しているが、それに応じてコントローラが大きくなるので、搬入口の確保や挿入には注意が必要となります。コントローラの高さは立方体まで製作可能で、それ以上の高さになる場合は、ステージが必要となります。

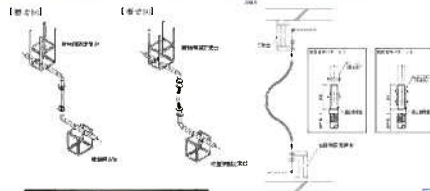


Cシステムの有効な大口径の集約設置



免震継ぎ手(特徴) 5

④Vシステム(ゴム) Vシステム(メタル)



壁取付け専用の免震継手

免震継手の変位特性を活かした免震継手。ゴムとメタル、フッ素樹脂をラインアップ。全てにおいて省スペースでの施工が可能です。溶接接続の冷蔵用も製品化されています。



使用流体

Vシステム(ゴム)は、常用圧力1.0MPaまでの主に空調配管や給水配管などに使用します。排水系配管ではVシステムを使用して下さい。Vシステム(メタル)は、免震継手を軸ませた状態で壁に取付け変位吸収をします。主に給水や消火の配管に使用します。冷蔵用はVシステム(メタル)と同様ですが接続は溶接となります。

【施工上の留意事項】

パイプシャフトに入れる設計では最も有効な免震継手であるが、壁に設置するため免震層の高さが必要になります。躯体や他の配管との有効クリアランスが必要です。

免震継ぎ手(特徴) 6

⑤Uシステム



水平に取付ける免震継手

U字型に取付け省スペース化が図れる免震継手です。給水や消火の横引配管や狭い場所に配管が並ぶ所には最適です。現在では床や架台の上を滑らすように斜め、水平にも取付ける事が可能になりました。

使用流体

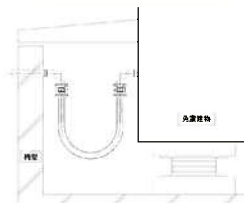
振れ吸収継手部分を変更することで使用できる流体の幅は広がります。主に給水、冷水、温水、消火、油など。

【施工上の留意事項】

配管芯のピンチを守ることが大切になります。材質は基本的メタルのみで、20A~150Aの20KPa未満まで対応可能です。免震継手が良いので搬入時には注意が必要です。



Uシステムの有効な設置場所



免震継ぎ手(特徴) 7

⑥ Jシステム



生地をジャバラ状に折込んだ免震継ぎ手
鋼製本体を圧縮してセットする事で、変位をスムーズに吸収します。調整量、調整量が可能な丸型と角型の2種類をラインアップしています。

使用条件
気体を含む素材生地を選定する事で変調、摩擦、耐摩耗などに対応可能。構造物は条件(使用温度や設置環境)を考慮して設計する必要があります。

【施工上の留意事項】
使用条件によって素材が異なるため仕様打合せは密にする必要があります。円形、正方形、長方形が製作可能ですが、取組みの長方形は長辺、短辺の順によって製作できない場合があります。屋外仕様は別途設計となります。

⑦ Bシステム



大口径の高压配管に取付ける免震継ぎ手
大口径の高压ラインや蒸気などに適したタイプ。構造はボールジョイントのスリークッション、型型は伸縮機能付きのボールジョイントで変位量を確保します。

使用条件
蒸気や大口径の高压配管に使用します。型型のボールジョイントは伸縮機能が劣化されているので蒸気には使用できません。スペースに応じて選定致します。

【施工上の留意事項】
型型は反力が大きく面圧を考慮する必要があります。型型のボールジョイントは伸縮機能が劣化されているので蒸気には使用できません。製作期間を多く必要とし、コストアップになることがボールジョイントの弱点です。

免震継ぎ手(地震後の状況)1

免震継ぎ手システムの現場調査

- ①東北地方現場調査
 - ・県病院規模調査報告。
- ②震災後の免震現場点検
 - ・関係団の現場点検報告。

免震継ぎ手(地震後の状況)2

東日本大震災現場調査

東日本大震災では免震継ぎ手の破損や異常の報告はありません。免震継ぎ手が正常に可動し安全性を有している事が立証されました。
下の写真は、免震継ぎ手が実際に可動した状況です。

【宮城県某病院 免震配管の可動状況】

東日本大震災では最大の震度7を記録。この病院は以前にと008年の岩手・宮城内陸地震で震度6強に見舞われた病院でもあります。当初の免震継ぎ手の納入が2002年であり、約10年が経過した中で、3回の大地震を経験しております。特に免震継ぎ手に破損や異常、漏水は確認されておりません。
尚、東日本大震災では免震継ぎ手は約160mmの可動をしています。



Cシステム 冷温水配管 2本組み
地震後の設置状況
漏水、変形などに異常なし



Cシステム 160mmの可動量
可動後は元の位置に戻っている



免震継ぎ手(地震後の状況)3

宮城県某病院 免震配管の点検



Fシステム 排水配管
地震後の設置状況
特に異常なし



Hシステム オイル配管 3本組み
地震後の設置状況
特に異常なし
※地みは施工当時のもの



Hシステム 給水配管
地震後の設置状況
特に異常なし



Hシステム 消火配管
地震後の設置状況
特に異常なし



Vシステム 屋外設置空調配管
地震後の設置状況
特に異常なし



免震継ぎ手(地震後の状況)4

現場点検

東京某大学 免震配管の可動状況



80mmの可動軌跡

Cシステム 消火副管
免震継手は可動最大80mm
建物は最大100mmの可動

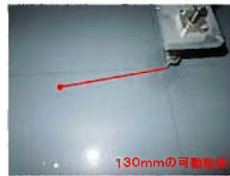
千葉県某所 免震配管の可動状況



60mmの可動軌跡

免震建物可動軌跡
建物は約60mmの可動

東京某ビル 免震配管の可動状況



130mmの可動軌跡

免震建物可動軌跡
建物は最大130mmの可動

免震継ぎ手(設計と注意点)1

免震配管の設計と注意点

- ①施工上の注意点
- よくある施工は正例

免震継ぎ手(設計と注意点)2

免震継ぎ手の施工注意点

免震継ぎ手の設置後、可動の妨げとなり施工是正の多い一番の事由は、「他の物体との干渉」です。建築工事や電気工事、様々な設備との調整の上、十分な設置スペースを確保してください。免震継ぎ手を設置する前に免震量以上の作動スペースが確保されているか確認する事が大切です。

施工における是正箇所事例・作動範囲内における干渉



免震継ぎ手(メンテナンス)1

免震継ぎ手の維持管理・保守・点検

- ①免震継ぎ手の設置後について
 - ・動作手順の確認。
- ②免震継ぎ手の耐用年数について
 - ・耐用年数で空稼働期間の目安を確定します。
- ③免震継ぎ手の保守点検について
 - ・点検はマニュアルに準ずる事が大切です。
- ④免震継ぎ手の点検手法について
 - ・点検の点検は難しさを考慮する必要があります。

免震継ぎ手(メンテナンス)2

①免震継手の施工後

免震継手は積層ゴムやダンパーと異なり、地震や強風での可動が無くても、使用圧力や機器の微振動、直射日光などで劣化や疲労が蓄積し免震継手を消耗させています。従って定期的な点検を行い、異常があれば交換を要します。免震継手を長期間ご使用いただくために、設置後も関連する機器、機材等の操作手順の確認を行ってください。

免震継手の不具合事例



【免震継手の設置後における確認】
バルブや機器類の操作方法や復旧方法は的確に！！

スリップアウトでの漏水
竣工前・他の機器の調整時
原因：バルブ操作ミスによる異常圧力

免震継ぎ手(メンテナンス)3

②免震継手の耐用年数

免震継手は他の継手同様に消耗品であるため寿命があり交換を必要とします。また使用条件によって耐用年数も変動しますので、使用条件を考慮して保全計画をご検討下さい。

【耐用年数について】
製品の寿命は種々の要因によって大きく左右されるため一概に何年と言い切る事は不可能です。耐用年数表は大方の目安としてご理解下さい。耐用年数から目安交換時期を算定する事が大切です。
免震継手目安耐用年数算出法：目安耐用年数＝基準耐用年数×耐用年数(係数1～係数6)

【目安耐用年数表】		【耐用年数換算表】	
部材名	耐用年数	耐用年数換算表	耐用年数換算表
免震継手	棒状・直列・前向き 固定継手の場合	約12年	
	棒状・並列形積層ゴム 固定継手・可変圧縮型 (圧力10MPa)	約10年	
	メタル製 直列・並列形	約20年	
	樹脂製積層ゴム 直列・並列形	約15年	
メッシュゴム	直列・並列形	約15年	
	直列・並列形 (圧力・使用回数による)	約10年	
免震配管移動ジョイント	回転継手の場合 約10～15年 直列・並列形の場合 約10～15年		
免震スチール(ブレード)	SUS304製(ブレード)	10～20年	
ゴンドラ・エレベーター	エレベーター用 SUS304製(ブレード)	10～15年	
	エレベーター用 SUS304製(ブレード)	15～20年	

免震継ぎ手(メンテナンス)4

③免震継ぎ手の保守・点検

免震継ぎ手の安全性は、免震継ぎ手の性能に強く依存しますので継続的な点検を通じて免震機能を維持する必要があります。従って維持管理は重要な役割を担います。免震継ぎ手の点検周期や時期は大きく「竣工時検査、定期点検、応急点検」の3つに区別されます。また、定期点検や応急点検で異常が見られた場合の「詳細点検」や更新工事を行なった場合の「更新工事後点検」などがあります。

【点検概要】

点検種別	点検時期	点検目的	点検者	免震継ぎ手の点検箇所
竣工時検査	竣工時	使用条件が守られ正しく施工されているかを確認する。	点検技術者	躯体や躯体との接続など
定期点検	毎年実施	震害の早期発見と事故防止の上を両立させる。部品や寸法の使用状況及び設置状況を確認する。	管理者の点検担当者 管理者の点検担当者	基礎からの腐食、亀裂、設置状況や使用材料の劣化など
	竣工5年後、10年後、以後10年毎			
応急点検	震害後以上の地震発生、火災などの災害	地震や災害を受けた直後、速やかに部品への影響の有無を確認する。	管理者の点検担当者	本体からの腐食や劣化、亀裂、設置状況や使用材料の劣化など
詳細点検	各点検で異常が認められた場合	点検者にて異常が認められた場合及び応急点検結果により必要に応じて業者の判断を確認する。	製造メーカーの点検技術者	詳細点検調査
更新工事後点検	工事完了時	使用条件が守られ正しく施工されているかを確認する。	点検技術者	躯体や躯体との接続など

【検査・点検の現状】

- ・竣工検査は、免震構造協会が認定する点検技術者が建築、設備配管も含めて一括して実施しています。
- ・目安耐用年数を考慮した、交換・保全計画によって免震継ぎ手の詳細点検をご推奨します。
- ・定期点検にて異常があった場合には当社までご連絡をお願い致します。

免震継ぎ手(メンテナンス)5

④免震継ぎ手の点検手法

点検項目は免震継ぎ手本体の傷・亀裂の有無や接続部分ボルト・ナットの弛み、付属部材の金具の弛み、錆び、配管固定支持部などが挙げられ、調査方法は目視や触診によって確認を行います。

【点検手法】

点検箇所	点検項目	方法	処置
免震継ぎ手	傷	目視	劣化による場合、応急に交換 腐食が深刻な場合は、必要に応じて 部品の交換
	亀裂のた	目視	部材の補修コンクリートで埋め、 劣化のグレードや種類に応じて修理や交換
	固定部上の腐蝕	目視	腐食防止剤の塗布と保護
	しり、腐蝕防止剤の塗布	目視	交換
ボルト・ナットと継ぎ手への接触	目視	接触防止・ボルト位置の修正	
	目視	調整、締め、リベット締め	
コパング 検査部	目視	補修塗料、塗料の劣化を防止	
	ボルト・ナットの弛み	レンチ	交換
エポキシ 樹脂等 部材の 固定部 の劣化 確認	ボルト・ナットの弛み	レンチ	交換
	目視	目視	補修塗料、塗料の劣化を防止
	劣化、剥がり	目視	交換、塗料
	劣化部の有無確認	目視	交換
配管の固定	目視	目視	配管固定・ベトナム等の差し締め、交換
	弛み	レンチ	交換
アンカーボルト	目視	目視	補修塗料

【免震継ぎ手の特別点検について】
免震継ぎ手の設置にあたり空調配管などは保護措置などが施してあります。保護の上からは免震継ぎ手の傷や劣化状況などを確認することはできません。製造メーカーでは緊急などの解体や復旧は出来ませんが、詳細な点検を必要とする場合は、製造メーカーと点検内容を事前協議し、解体や復旧の調整を行なって下さい。

【点検の打合わせの主な重点内容】
①必要日数、日程、作業時間の確認
②保護材などの解体、復旧工事の準備
③重要配管など予備品の必要性
④高所作業などの点検をどうするか

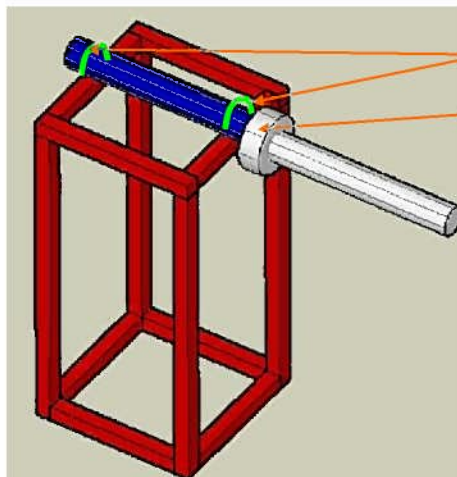
点検内容は、決して
難しいものではありません!!

免震継ぎ手(メンテナンス)6

日本国内最大級の巨大地震である東日本大震災。日本各地で東日本大震災よりも大きな「南海トラフ地震、東南海トラフ地震、首都圏直下型地震が発生する」と、情報が飛び交い不安な日々が続いております。東日本大震災では免震建物の安全性が立証され、今まで以上に免震建物の普及が加速していくものと推測されます。

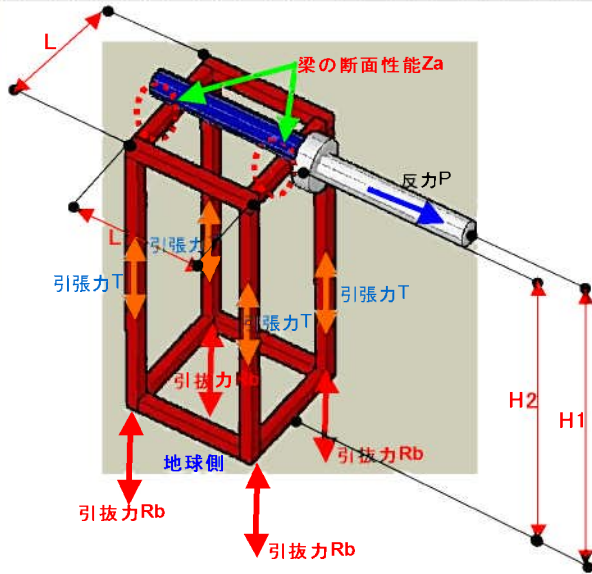
免震建物の安全性が確立されている中、設備配管の免震化に不備があれば完全な免震建物とはなり得ません。免震継手システムは、高い安全性を有した物を採用する事が最も重要であり、施工後は、保守、点検、交換をする事で人命や社会的財産を守ることが可能となります。

免震継ぎ手の耐震計算

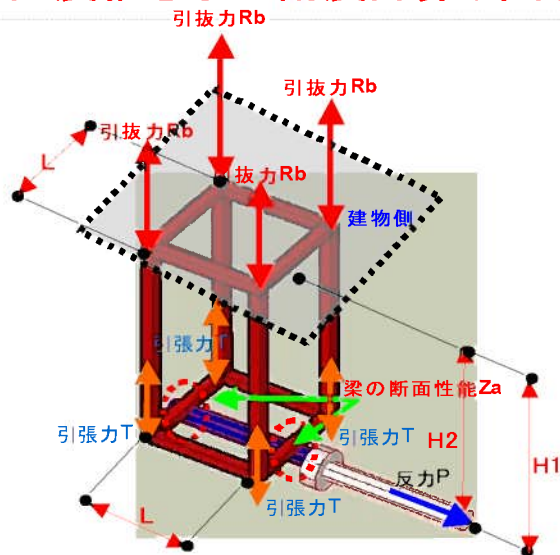


- 配管の固定はUボルト2ヶ所以上
- 架台は免震継ぎ手の直近に設置
- 架台固定部までの鋼材の接合は溶接等により曲げモーメントを伝達させる

免震継ぎ手の耐震計算(アンカーボルト)



免震継ぎ手の耐震計算(架台柱と梁)

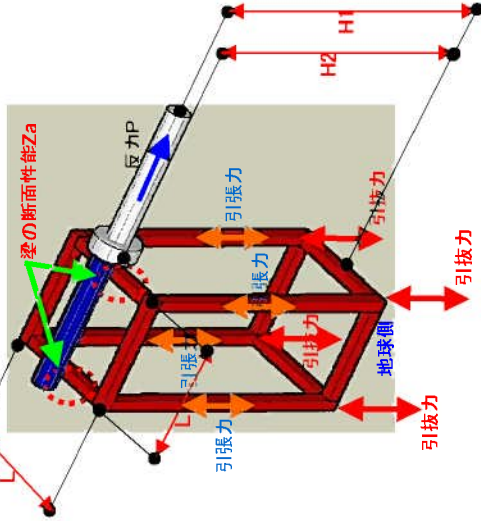


【地球側の免震架台強度計算】

架台使用材料(等辺山形鋼)	部材選択番号	厚さ	断面積A	断面係数Z
梁材	2	9mm	12.690mm ²	12.10cm ²
柱材	10	10mm	19.00mm ²	24.40cm ²

あと施工アンカー(径(呼称))	設置場所	選択番号	許容引張荷重Rt
M12	床	3	6.70kN

P(反力)	3.500N
床	天井・壁



- P: 免震継手の最大変位反力(N)
- H2: 架台高さ(mm)
- L: 架台最小幅(mm)
- n: 支柱材本数
- A: 部材の断面積(mm²)
- F: 部材の基準強度 (235 N/mm²)
- Z: 部材の断面係数(mm³)

① 梁部材の強度計算

$Za = \frac{\left(\frac{P}{2} \times L\right)}{fb} \text{ (mm}^3\text{)}$

P(反力)

3.500N
500mm
235N/mm ²
218.750N/mm
10cm ²
12.10cm ²

判定 OK

梁1本への集中荷重
梁への最大モーメント
M梁=P/2*L/2=PL/8

② 柱部材の強度計算

柱への最大モーメント
M柱=P/4*H2/2=PH2/8

柱1本への負担荷重
引張力T=P/2*H2/L

1.100mm
500mm
235N/mm ²
481.250N/mm
197N/mm ²
3.850N
1.58N/mm ²
0.840
0.007
0.847

判定 OK

あと施工アンカー(径(呼称))	設置場所	選択番号	許容引張荷重Rt
M12	床	3	6.70kN

等辺山形鋼標準断面寸法(mm)				断面積 (cm ²)		単位質量 (kg/m)		参考									
A × B	t	r ₁	r ₂	C _x	C _y	C _x	C _y	重心の位置		断面二次モーメント		断面二次半径		断面係数			
								i _x	i _y	i _x	i _y	i _x	i _y	Z _x	Z _y		
1	75 × 75	6	8.5	4	8.727	6.85	2.06	2.06	46.1	46.1	73.2	19.0	2.30	2.30	1.48	8.47	
2	75 × 75	9	8.5	6	12.69	9.96	2.17	2.17	64.4	64.4	102	26.7	2.25	2.25	1.45	12.1	
3	75 × 75	12	8.5	6	16.56	13.0	3.29	3.29	81.9	81.9	129	34.5	2.22	2.22	1.44	15.7	
4	80 × 80	6	8.5	4	9.327	7.32	2.18	2.18	56.4	56.4	89.6	23.2	2.46	2.46	1.58	9.70	
5	80 × 80	6	8.5	5	10.55	8.28	2.42	2.42	80.7	80.7	128	33.4	2.77	2.77	1.78	12.3	
6	80 × 90	7	10	5	12.22	9.59	2.46	2.46	93.0	93.0	148	38.3	2.76	2.76	1.77	14.2	
7	80 × 90	10	10	7	17.00	13.3	2.57	2.57	125	125	199	51.7	2.71	2.71	1.74	19.5	
8	80 × 90	13	10	7	21.71	17.0	2.89	2.89	156	156	248	65.3	2.68	2.68	1.73	24.8	
9	100 × 100	7	10	5	13.62	10.7	2.71	2.71	129	129	205	53.2	3.08	3.08	1.98	17.7	
10	100 × 100	10	7	7	19.00	14.9	2.82	2.82	175	175	278	72.0	3.04	3.04	1.95	24.4	
11	100 × 100	13	10	7	24.31	19.1	2.94	2.94	220	220	348	91.1	3.00	3.00	1.94	31.1	
12	120 × 120	8	12	5	18.76	14.7	3.24	3.24	258	258	410	106	3.71	3.71	2.38	29.5	
13	130 × 130	9	12	6	22.74	17.9	3.53	3.53	366	366	583	150	4.01	4.01	2.57	38.7	
14	130 × 130	12	12	8.5	29.76	23.4	3.64	3.64	467	467	743	192	3.96	3.96	2.54	49.9	
15	130 × 130	15	12	8.5	36.75	28.8	3.76	3.76	568	568	902	234	3.93	3.93	2.53	61.5	
16	150 × 150	12	14	7	34.77	27.3	4.14	4.14	740	740	1180	304	4.61	4.61	2.96	68.1	
17	150 × 150	15	14	10	42.74	33.6	4.24	4.24	888	888	1410	365	4.56	4.56	2.92	82.6	
18	150 × 150	19	14	10	53.38	41.9	4.40	4.40	1090	1090	1730	451	4.52	4.52	2.91	103	
19	175 × 175	12	15	11	40.52	31.8	4.73	4.73	1170	1170	1860	480	5.38	5.38	3.44	91.8	
20	175 × 175	15	15	11	50.21	39.4	4.85	4.85	1440	1440	2290	589	5.35	5.35	3.42	114	
21	200 × 200	15	17	12	57.75	45.3	5.46	5.46	2180	2180	3470	891	6.14	6.14	3.93	150	
22	200 × 200	20	17	12	76.00	59.7	5.67	5.67	2820	2820	4490	1160	6.09	6.09	3.90	197	
23	200 × 200	25	17	12	93.75	73.6	5.86	5.86	3420	3420	5420	1410	6.04	6.04	3.88	242	
24	250 × 250	25	24	12	119.4	93.7	7.10	7.10	6950	6950	11000	2860	7.63	7.63	4.90	388	
25	250 × 250	35	24	18	162.6	128	7.45	7.45	9110	9110	14000	3790	7.49	7.49	4.83	519	

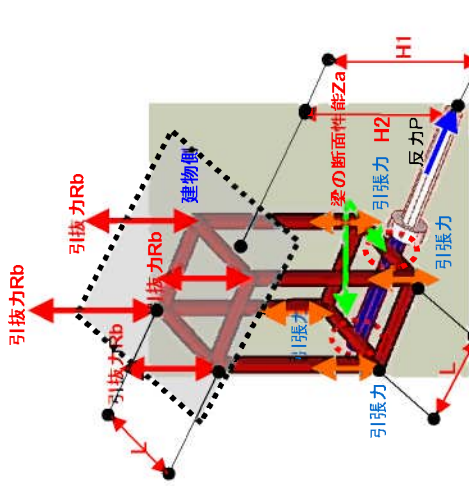
※建築設備計画設計・施工指針(2005年版)P214より抜粋
 一般的な床スラブ上面に設置する場合
 あと施工金属拡張アンカーボルト(おねじ形)の短期許容引抜荷重(kN)

ボルト径 d(呼称)	コンクリートの厚さ(mm)			埋込長さ L(mm)	単位質量 L(kg/m)
	120	150	180		
1 M8	3.00	3.00	200	3.00	40
2 M10	3.80	3.80	3.80	3.80	45
3 M12	6.70	6.70	6.70	6.70	60
4 M16	9.20	9.20	9.20	9.20	70
5 M20	12.00	12.00	12.00	12.00	90
6 M24	12.00	12.00	12.00	12.00	100
ボルトの埋込長さの限度(mm)					
100以下					
120以下					
160以下					
180以下					

一般的な天井スラブ及びコンクリート壁面に設置する場合
 あと施工金属拡張アンカーボルト(おねじ形)の長期許容引抜荷重(kN)

ボルト径 d(呼称)	コンクリートの厚さ(mm)			埋込長さ L(mm)	単位質量 L(kg/m)
	120	150	180		
M8	2.00	2.00	2.00	2.00	40
M10	2.50	2.50	2.50	2.50	45
M12	4.50	4.50	4.50	4.50	60
M16	6.10	6.10	6.10	6.10	70
M20	8.00	8.00	8.00	8.00	90
M24	8.00	8.00	8.00	8.00	100
ボルトの埋込長さの限度(mm)					
100以下					
120以下					
160以下					
180以下					

【建物側の免震架台強度計算】



- P: 免震礎手の最大必要反力(N)
- H2: 架台高さ(mm)
- L: 架台最小幅(mm)
- n: 支柱材本数
- A: 筋材の断面積(mm²)
- F: 筋材の基準強度(235 N/mm²)
- Z: 筋材の断面係数(mm³)

架台使用材料(等辺山形鋼)	部材選択番号	厚さ	断面積A	断面係数Z
梁材 75×75	2	9mm	12.690mm ²	12.10cm ²
柱材 100×100	10	10mm	19.00mm ²	24.40cm ²

あと施工アンカー(径(呼称))	設置場所	選択番号	許容引抜荷重Rt
M10	天井・壁	2	2.50kN

P(反力)	3,500N
	床
	天井・壁

① 梁部材の強度計算

$Z_a = \frac{\left(\frac{P \times L}{2}\right)}{fb}$ (mm³)

梁1本への集中荷重
梁への最大モーメント
 $M_{梁} = P/2 \times L/2 = PL/8$

P(反力)	3,500N
L(架台最小幅)	600mm
fb=F(基準強度:曲げ許容応力度)	235N/mm ²
梁への最大モーメントM梁=PL/8	262,500Nmm
必要断面性能Za=N梁×fb/100	12cm ²
採用梁部材のチエック(Za<Z梁)	12.10cm ² 判定 OK

② 柱部材の強度計算

柱への最大モーメント
 $M_{柱} = P/4 \times H2/2 = PH2/8$

柱1本への負担荷重
引張力 $T = P/2 \times H2/L$

H2(架台高さ)	960mm
L(架台最小幅)	600mm
fb=F(基準強度:曲げ許容応力度)	235N/mm ²
柱への最大モーメントM柱=PH2/8	420,000Nmm
柱曲げ応力度σb=M柱/Z柱	172N/mm ²
柱引張力T=P/2×H2/L	2,800N
引張応力度σt=T/部材断面	1.15N/mm ²
合成力 σb/fb	0.733
合成力 σt/ft (ft=fb=Fと仮定)	0.005
合成力チエック σb/fb + σt/ft < 1	0.738 判定 OK

あと施工アンカーの強度判定

H1(重心高さ)	1125
L1(裏辺方向架台幅)	600
L2(表辺方向架台幅)	600
あと施工アンカー	メカニカルボルト(径(呼称)) M10
n1(裏辺方向引張側アンカー本数)	4本
n2(短辺方向引張側アンカー本数)	4本
Rb1(裏辺方向の引抜力)	1.65kN = P×H1/L1/n1
Rb2(短辺方向の引抜力)	1.65kN = P×H1/L2/n2
引張力判定 Rb1 < Rt	2.50kN OK
引張力判定 Rb2 < Rt	2.50kN OK