

技 術 評 価 書

株式会社北栄建設 殿

平成 20 年 12 月 24 日付けで貴殿より依頼のあった下記について、当協会に組織した住宅等防災技術評価委員会（委員長：坂本 功 東京大学名誉教授）において検討した結果、別紙技術評価報告書のとおり、耐震性を向上できる補強方法であると評価します。

財団法人日本建築防災協会
理事長 岡田 恒 男

1. 評価番号

DPA-住技-36

2. 件名

「耐震スプリング工法」

3. 技術評価事項

「耐震スプリング工法」の技術資料に示される、適用範囲、諸元性能、設計方法、施工方法、品質管理方法の妥当性

4. 評価書の有効期間

平成 27 年 1 月 12 日まで（平成 22 年 1 月 13 日から 5 年間）

平成 22 年 1 月 13 日

技術評価報告書

住宅等防災技術評価委員会

委員長 坂本 功



I. 技術評価依頼概要

1. 依頼者 株式会社北栄建設
2. 件名 「耐震スプリング工法」
3. 技術概要

木造在来軸組構法による既存住宅等に対し、「耐震スプリング」（曲げ剛性を有する L 字状の鋼板）を柱及び横架材の仕口部に六角スクリーンで取り付け「ユニット」を形成することで、耐震性を向上させる技術である。

4. 依頼事項

「耐震スプリング工法」の技術評価資料に示される適用範囲、諸元性能、設計方法、施工方法、品質管理方法の妥当性

5. 提出資料

「耐震スプリング工法」

技術評価資料：技術概要説明書、設計マニュアル、施工マニュアル、設計・施工チェックシート、構造検討資料性能確認方法、製造要領、住宅の所有者等向け説明資料、技術の適用事例

II. 検討方法

次の委員で構成する住宅等防災技術評価委員会において、提出資料に基づき依頼事項の妥当性を検討した。

- | | | |
|-----|-------|--------------------------|
| 委員長 | 坂本 功 | 東京大学名誉教授 |
| 委員 | 五十田 博 | 信州大学工学部准教授 |
| 委員 | 太田 勤 | 株式会社堀江建築工学研究所代表取締役 |
| 委員 | 大橋 好光 | 東京都市大学工学部教授 |
| 委員 | 岡田 恒 | 財団法人日本住宅・木材技術センター試験研究所所長 |
| 委員 | 鷺海 四郎 | 財団法人日本住宅・木材技術センター試験研究所次長 |
| 委員 | 河合 直人 | 独立行政法人建築研究所上席研究員 |
| 委員 | 腰原 幹雄 | 東京大学生産技術研究所准教授 |
| 委員 | 佐久間順三 | 有限会社設計工房佐久間代表取締役 |
| 委員 | 塩原 等 | 東京大学大学院工学系研究科准教授 |
| 委員 | 白石 梢 | 株式会社アービア設計事務所代表取締役 |
| 委員 | 杉山 義孝 | 財団法人日本建築防災協会専務理事 |
| 委員 | 宮澤 健二 | 工学院大学工学部教授 |
| 委員 | 安村 基 | 静岡大学農学部教授 |

III. 技術評価

「耐震スプリング工法」の技術評価資料に示される、適用範囲、諸元性能、設計方法、施工方法、品質管理方法は妥当であると評価する。

IV. 技術評価の内容

「耐震スプリング工法」は、木造在来軸組構法による既存住宅等に対し、「耐震スプリング」（曲げ剛性を有する L 字状の鋼板）を柱及び横架材の仕口部に六角スクリューで取り付け「ユニット」を形成することで、耐震性を向上させる技術である。

耐震補強計画は、財団法人日本建築防災協会発行の「木造住宅の耐震診断と補強方法」に示される一般診断法 **方法 1** 及び精密診断法 **1 方法 1** を用いて行われ、その場合の壁強さ倍率 C 、基準耐力 P_{50} 、基準剛性 S_{50} は、実験に基づいて得られた荷重変形特性及び軸組モデルを用いて適切に設定している。

評価の主な内容は、施工仕様の壁強さ倍率 C 、基準耐力 P_{50} 、基準剛性 S_{50} である。

1. 適用範囲

「耐震スプリング工法」は、対象とする建物を表 1 に示す通りとしている。

表 1 建物の適用条件

項目	適用条件	
規模	階数 3 階建て以下	
構法	適用対象	在来軸組構法
	適用範囲外	伝統的構法、桝組壁工法、丸太組構法、法旧 38 条認定もしくは型式適合認定によるプレハブ工法
混構造	立面的な混構造の木造部分(純木造である階)のみ対象	

2. 「耐震スプリング」の取り付け方

「耐震スプリング工法」では、「耐震スプリング」の取り付けについて以下のような制限を設けている。

- ・ 「耐震スプリング」は、在来軸組構法住宅の軸組の 4 隅の、柱と横架材の接合部に取り付ける。これを 1 ユニットと称し、最小構成とする。
- ・ 「耐震スプリング」には、材質と寸法により「耐震スプリング T16」と「耐震スプリング T19」の 2 種類あるが、これを同一ユニット内で混用してはならない。
- ・ ユニットの幅は、2 本の柱材の心々で、720mm 以上 2,730mm 以下とする。
- ・ ユニットの高さは、上下の横架材の内法で、2,580mm 以下とする。
- ・ 「耐震スプリング」は、柱と横架材の仕口の隅部に密着させ、カナイ株式会社

製六角スクリュー「YD-H90」を原則として 20 本を用いて緊結する。ただし、アンカーボルトと干渉しないように、六角スクリューの本数を減らせる場合がある。

- ・ 「耐震スプリング」は、小径が 90mm 未満の柱に設置してはならない。
- ・ 1 階柱と土台の仕口部に「耐震スプリング」を取り付ける場合、土台の直下には基礎の立ち上がりがないといけない。また当該土台は、アンカーボルト等で基礎と適切に緊結されていなければならない。
- ・ 「耐震スプリング」は、横架材(土台を除く)に継手のあるスパンには設置してはならない。
- ・ 「耐震スプリング」は、柱の材幅からはみ出して取り付けてはならない。
- ・ 「耐震スプリング」によるユニットは、土塗り、木づくりくぎ打ち及び面材による耐力壁のある箇所には重ねて取り付けることができるが、筋かい系の耐力壁のある箇所に重ねて取り付けてはならない。
- ・ 「耐震スプリング」によるユニット内に、耐力壁端となる柱を設けてはならない。
- ・ 「耐震スプリング」によるユニットを同一方向に隣接して配置する場合には、ユニット間の柱に対し、これと同寸の添え柱を密着させて設けなければならない。添え柱と隣接柱は、それぞれ柱頭柱脚付近で、「耐震スプリング」と干渉しないように、山形プレート VP を横使いして緊結する。また添え柱の柱頭柱脚は、隣接既存柱の柱頭柱脚と同一の補強金物で仕口補強する。ただし、小径 180mm 以上の柱に対しては、添え柱を用いず、これを挟んでユニットを同一方向に隣接して配置することができる。
- ・ 「耐震スプリング」によるユニットは、原則として、1 本の柱で交差する配置としてはならない。ただし、ユニット交差部の柱小径が 180mm 以上で、かつ、直交する六角スクリューが干渉しない場合には、ユニットを直交配置することができる。
- ・ 「耐震スプリング」によるユニットを、上階、下階に重ねて配置する場合には、ユニット間の横架材のせいは 240mm 以上なければならない。なお、当該横架材の幅が 105mm に満たない場合は、せいは 270mm 以上なければならない。
- ・ 「耐震スプリング」を設置する軸組に、劣化、老朽化、蟻害等が確認された場合、劣化部位は健全に補修した上で取り付けなければならない。
- ・ 「耐震スプリング工法」の適用において、柱頭柱脚の接合部は、平成 12 年建設省告示第 1460 号に適合する仕口補強を行わなければならない。また添え柱の柱頭柱脚についても、隣接する既存柱と同一の補強金物で仕口補強を行わなければならない。
- ・ 「耐震スプリング」の六角スクリューを打ち込む部分(仕口隅部から 100mm を超

え 300mm 未満の範囲)は、いかなる接合金物も取り付けてはならない。

- ・ 仕口隅部の接合金物の設置は、前項の範囲外とし、「耐震スプリング」及び六角スクリューと接触してはならない。
- ・ 「耐震スプリング」取り付け位置の直下にアンカーボルトがある場合は、「耐震スプリング」及び六角スクリューと干渉しないように、アンカーボルトの突出部を切断、土台座彫り加工等の処置をしたうえで施工する。ただし、アンカーボルトと六角スクリューの干渉がやむを得ない場合、六角スクリューの本数を減らして施工することができる。この場合、有効な六角スクリューは6本以上とし、また(有効本数/10)の値を乗じて「耐震スプリング」の耐力を低減する。

3. 一般診断法の適用

一般診断法方法1に適用でき、その適用は以下の規定によるとしている。

- ・ 「耐震スプリング」は、表2に示す壁強さ倍率 C を有する。または、表3の値をユニット幅で除した値を壁強さ倍率 C とすることができる。

表2 「耐震スプリング」の壁強さ倍率 C

柱の小径	壁強さ倍率 C [kN/m]		
	ユニット幅 0.91m 以下	ユニット幅 1.82m 以下	ユニット幅 2.73m 以下
90mm 以上	1.6	0.7	0.5
100mm 以上	1.9	0.9	0.6
105mm 以上	2.0	1.0	0.6
115mm 以上	2.3	1.1	0.7
120mm 以上	2.5	1.2	0.8

表3 「耐震スプリング」の1ユニット当たりの耐力

柱の小径	ユニット当たり耐力 [kN/unit]		
	ユニット幅 0.91m 以下	ユニット幅 1.82m 以下	ユニット幅 2.73m 以下
90mm 以上	1.4	1.4	1.4
100mm 以上	1.7	1.7	1.6
105mm 以上	1.8	1.8	1.8
115mm 以上	2.1	2.1	2.1
120mm 以上	2.3	2.2	2.2

- ・ 表2及び表3の数値は、六角スクリューの有効本数に応じて低減される場合がある。
- ・ 「柱接合部による低減係数 f 」、「その他の耐力要素の耐力 P_e 」、「耐力要素の配置等による低減係数 E 」、「劣化度による低減係数 D 」は、「木造住宅の耐震診断と補強方法」の規定どおりそのまま適用する。
- ・ 垂れ壁部、腰壁部への「耐震スプリング」設置にあたって、一時的に土壁や面

材を撤去した場合、もとの仕様と同等以上の耐力を有する仕様で復元する。

- ・ 耐力壁のある箇所に重ねて取り付ける場合は、壁強さ倍率の和が壁長 1m 当たり 9.8 [kN/m] を超えてはならない。
- ・ 「耐震スプリング」によるユニットを設けることによって補強できる耐力は、必要耐力 Q_r の 30% 以下とする。

4. 精密診断法 1 の適用

精密診断法 1(保有耐力診断法)方法 1 に適用でき、その適用は、以下の規定によるとしている。

- ・ 「耐震スプリング」は、表 4 に示す基準耐力 P_{s0} 及び基準剛性 S_{s0} を有する。
または、表 5 の値をユニット幅で除した値を基準耐力 P_{s0} 及び基準剛性 S_{s0} とすることができる。

表 4 「耐震スプリング」の基準耐力 P_{s0} 及び基準剛性 S_{s0}

柱の小径	基準耐力 P_{s0} [kN/m]			基準剛性 S_{s0} [kN/rad./m]		
	ユニット幅 0.91m 以下	ユニット幅 1.82m 以下	ユニット幅 2.73m 以下	ユニット幅 0.91m 以下	ユニット幅 1.82m 以下	ユニット幅 2.73m 以下
90mm 以上	1.6	0.7	0.5	106	50	33
100mm 以上	1.9	0.9	0.6	143	66	43
105mm 以上	2.0	1.0	0.6	162	74	48
115mm 以上	2.3	1.1	0.7	200	90	58
120mm 以上	2.5	1.2	0.8	219	97	62

表 5 「耐震スプリング」の 1 ユニット当たりの耐力及び剛性

柱の小径	ユニット当たり耐力 [kN/unit]			ユニット当たり剛性 [kN/rad./unit]		
	ユニット幅 0.91m 以下	ユニット幅 1.82m 以下	ユニット幅 2.73m 以下	ユニット幅 0.91m 以下	ユニット幅 1.82m 以下	ユニット幅 2.73m 以下
90mm 以上	1.4	1.4	1.4	97	91	89
100mm 以上	1.7	1.7	1.6	130	120	117
105mm 以上	1.8	1.8	1.8	147	135	131
115mm 以上	2.1	2.1	2.1	182	163	157
120mm 以上	2.3	2.2	2.2	199	177	170

- ・ 表 4 及び表 5 の数値は、六角スクリーンの有効本数に応じて低減される場合がある。
- ・ 「耐震スプリング」を用いたユニットの耐力 Q_s 及び S_s の算出において「開口低減係数 K_o 」は適用せず、既存の有開口耐力壁の耐力 Q_{nw} 及び S_{nw} の算出においては、「耐震スプリング」の設置の有無にかかわらず「開口低減係数 K_o 」はそのまま適用する。
- ・ 「接合部低減係数 C_f 」、「壁劣化低減係数 C_{dw} 」は、「木造住宅の耐震診断と補強方法」の規定どおりそのまま適用する。

- ・ 耐力壁のある箇所に重ねて取り付けの場合は、基準耐力の和が壁長 1m 当たり 14 [kN/m] を超えてはならない。
- ・ 「耐震スプリング」によるユニットを設けることによって補強できる耐力は、必要耐力 Q_r の 30% 以下とする。

5. 構造検討の方法

「耐震スプリング工法」は、以下の方法により、適切に構造検討を行っている。

①「耐震スプリング」単体性能の検証

耐震スプリングを柱頭、柱脚の計 4 箇所に設置した軸組の応力分布と同じとなる L 型の試験体を作成し、水平静加力試験を行って荷重変形関係を測定した。さらに、得られた測定結果を完全弾塑性モデル(降伏しない場合は弾性モデル)としてモデル化した。

②「耐震スプリング」が設置された軸組の性能の検証

耐震スプリングを方づえとした軸組モデルを作成し、①で求めた完全弾塑性モデルの剛性と終局荷重、木材の材料特性、軸組の形状をパラメータに解析を行った。

その際、耐震スプリングが降伏する場合と、柱が曲げ破壊する場合を検討し、最小の値をばらつき係数で補正した値を軸組の基準性能とした。

③接合具(六角スクリュー)の安全性の検証

柱材、横架材と耐震スプリングを接合する六角スクリューの安全性に関しては、実験において破壊しないことを確認したほか、スクリューの引き抜き許容耐力、せん断許容耐力を「木質構造設計基準」にしたがって計算し、②で算出した基準耐力を下回る場合には六角スクリューの許容耐力を基準耐力とする低減を行った。

さらに、六角スクリューの本数が規定以下(最低 6 本)であっても、耐力に有意な低下がみられないことを実験により検証した。

④「耐震スプリング」の隣接配置に関する安全性の検討

耐震スプリングを隣接配置する場合の安全性は、独立柱に 2 本の耐震スプリングを設置した試験体の水平静加力試験を行うことによって確認したほか、連続配置により柱折損のおそれのある場合には添え柱を設けて安全性を確保することを定めた。

⑤「耐震スプリング」を設置したユニットの安全性の確認

耐震スプリングを設置した軸組(ユニット)の水平静加力試験を行い、①～④により設定した耐震スプリングによるユニットの性能値が安全であることを確認した。

⑥加算則の検討

「耐震スプリング」を設置したユニットの耐力及び剛性の値が、「木造住宅の耐震診断と補強方法」に示されている耐力要素の耐力及び剛性の値の範囲内に納まることを示した。加えて、「耐震スプリング」と構造用合板を併用した軸組の水平静加力試験を行い、異なる壁構法と混用しても補強効果が発揮できることを検証した。

6. 耐震補強設計、施工、記録

「耐震スプリング工法」の耐震補強設計、施工及びこれらの記録は、以下の体制により適切に行われるとしている。

①耐震補強設計

「耐震スプリング工法」の耐震補強設計は、株式会社北栄建設の主催する所定の技術研修会を修了した建築士が、「耐震スプリング工法 設計マニュアル」及び「木造住宅の耐震診断と補強方法」に基づいて行うこととしている。

技術研修会の受講資格は、財団法人日本建築防災協会が主催する「木造住宅の耐震診断と補強方法」の講習会を受講した、一級建築士、二級建築士、または木造建築士である。

また「耐震スプリング工法 設計・施工チェックシート」を整備しており、設計者は設計図書とともに施工者に支給する体制としている。

②施工

「耐震スプリング工法」の施工は、株式会社北栄建設の主催する所定の技術研修会または施工研修会を修了した者が、「耐震スプリング工法 施工マニュアル」に基づいて行うこととしている。

施工業者は、設計者より支給された設計図書及び「耐震スプリング工法 設計・施工チェックシート」にしたがって施工し、施工後は同シートにしたがって検査確認を行う。

③記録

施工業者は、「耐震スプリング工法 設計・施工チェックシート」に記入した上、施工前及び施工後の写真を貼附する。

「耐震スプリング工法 設計・施工チェックシート」の原本は株式会社北栄建設に提出され、5年間以上保管する。写し(副本)は、1部を設計者に提出(ファクシミリ等でも可)、1部は施工業者が5年間以上保管する。

7. 製品規格

「耐震スプリング工法」に用いられる「耐震スプリング T16」、「耐震スプリング T19」及び六角スクリュー「YD-H90」は、以下の仕様により構成され、適切に製造されるとしている。

①「耐震スプリング T16」

- ・ 材質：JIS G 4401(炭素工具鋼鋼材) SK105
- ・ 主な寸法：辺長さ 300mm、幅 65mm、厚さ 16mm
- ・ 質量：4.5kg/本
- ・ 熱処理硬さ：HRC38～42
- ・ 熱処理後の表面処理：JIS B 2711(ショットピーニング)

- ・ 防錆処理：カチオン塗装(黒)

②「耐震スプリング T19」

- ・ 材質：JIS G 3101(一般構造用圧延鋼材) SS400
- ・ 主な寸法：辺長さ 300mm、幅 65mm、厚さ 19mm
- ・ 質量：5.0kg/本
- ・ 熱処理硬さ：HRC38～42
- ・ 熱処理後の表面処理：JIS B 2711(ショットピーニング)
- ・ 防錆処理：カチオン塗装(黒)

③六角スクリュー「YD-H90」

- ・ カナイ株式会社製既製品
- ・ せん径：6.0mm
- ・ 長さ：90mm
- ・ ねじ部長さ：60mm
- ・ 材質：SWRCH22A(JIS G 3507-2 相当)

下記の化学成分を満足する冷間圧造用炭素鋼

C(0.18～0.23%)、Si(0.10%以下)、Mn(0.70～1.00%)、

P(0.030%以下)、S(0.035%以下)、Al(0.02%以上)

- ・ 表面処理：電気亜鉛めっき及び特殊コーティング

8. 既存技術との対比

「耐震スプリング工法」は、柱及び横架材の仕口部に取り付けることで耐力を付与させることができ、垂れ壁部、腰壁部や独立柱の軸組面内等にも設置することができる。

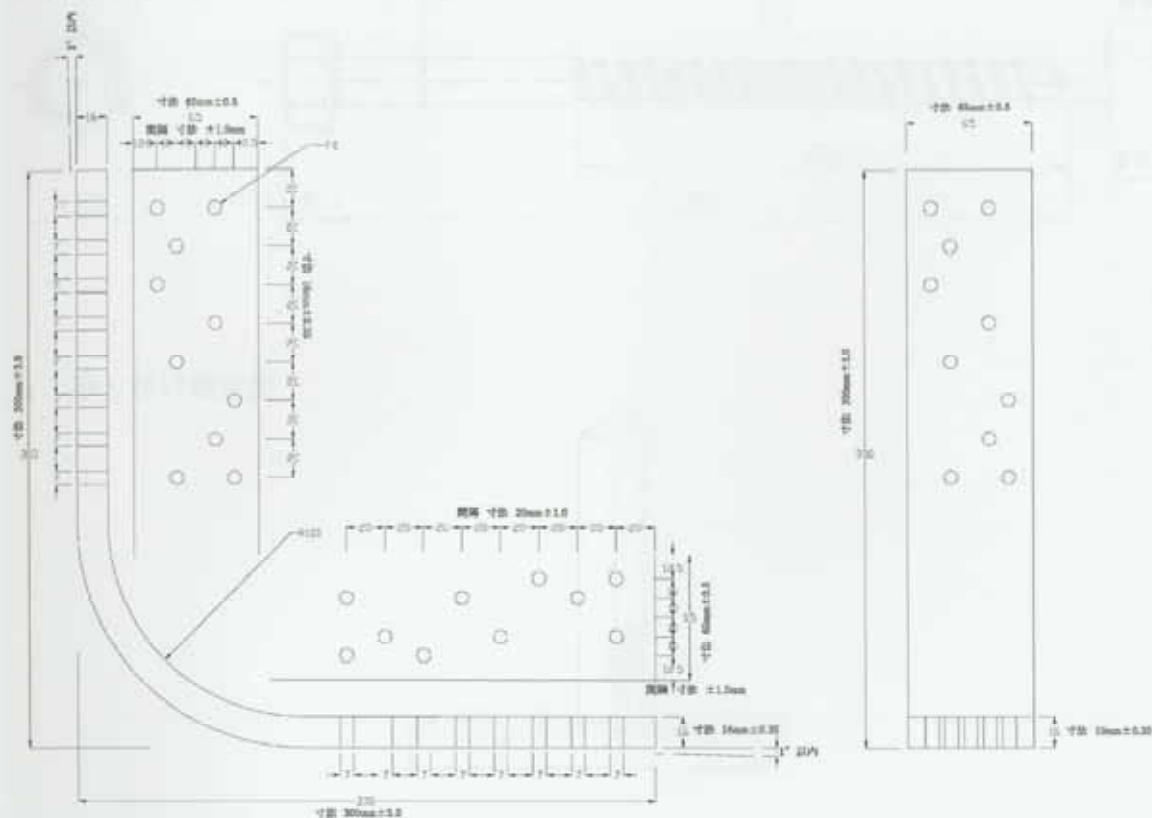
参考として、一般的な間仕切壁に用いられる既存技術であるせっこうボードとの性能を表 6 に比較する。「耐震スプリング」を垂れ壁部、腰壁部に設けた窓開口は、一般診断法の場合、幅 1.833m 以下であれば、せっこうボードによる耐力壁より大きい耐力を有している。

表 6 「耐震スプリング」とせっこうボードの耐力比較
(柱小径 120mm 以上の場合)

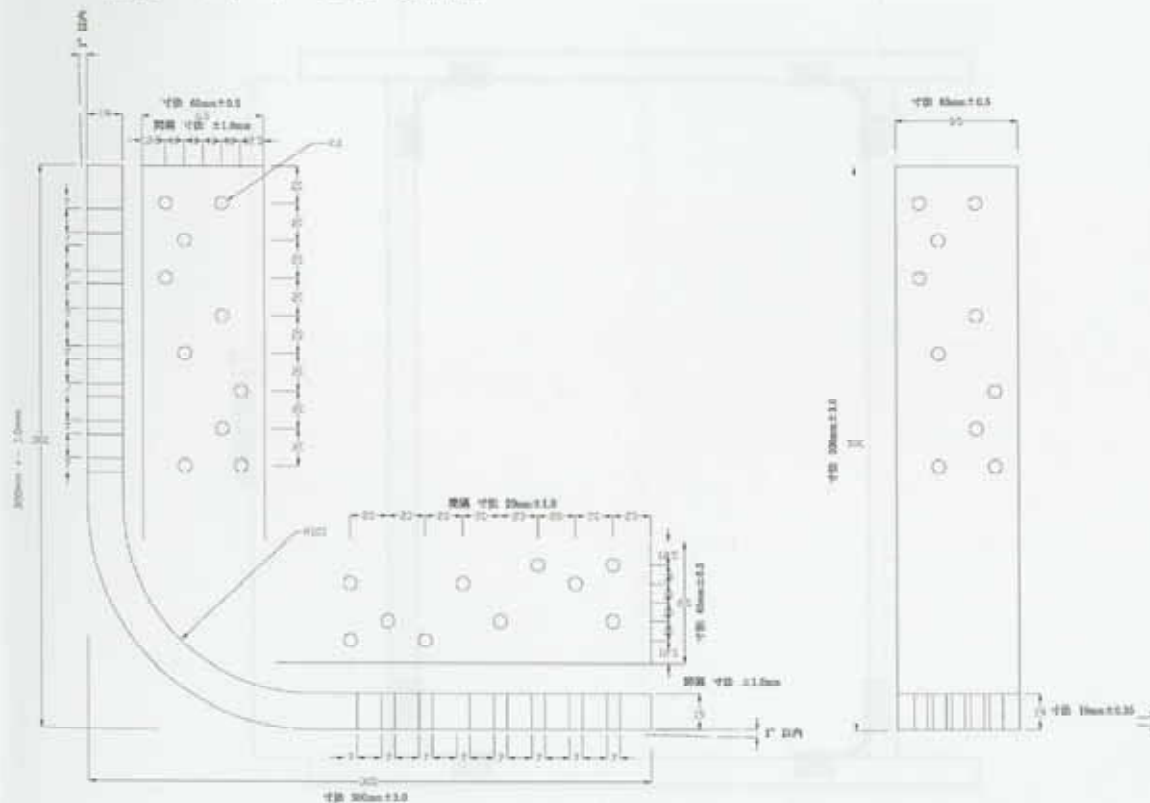
		耐震スプリング	せっこうボード	
			一般診断法	精密診断法 1 耐力壁
	単位耐力	2.2 [kN/unit]	1.2 [kN/m]	2.1 [kN/m]
ユニット幅	0.91m	2.2 [kN]	1.09 [kN]	1.89 [kN]
	1.82m	2.2 [kN]	2.18 [kN]	3.82 [kN]
	1.833m	2.2 [kN]	2.20 [kN]	3.85 [kN]
	2.73m	2.2 [kN]	3.27 [kN]	5.73 [kN]

〈別添〉

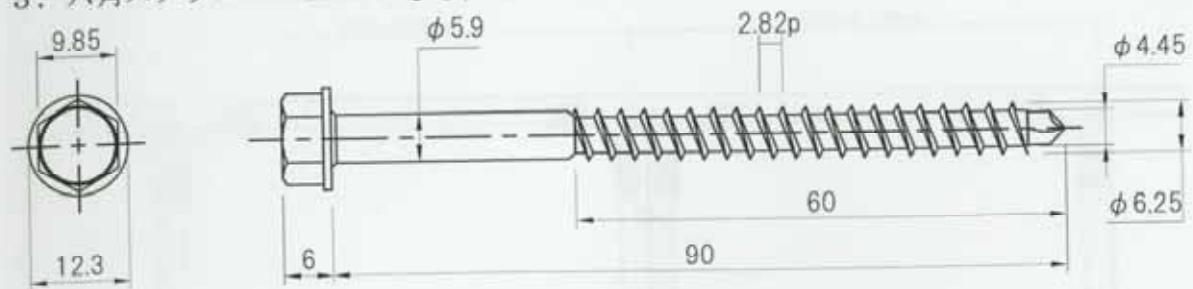
1. 「耐震スプリング T16」 製品図



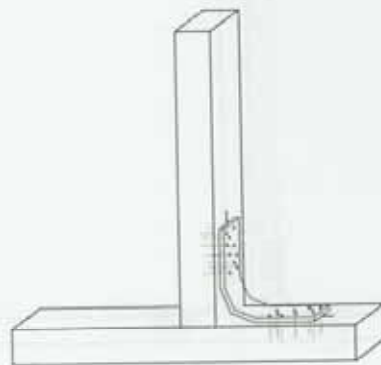
2. 「耐震スプリング T19」 製品図



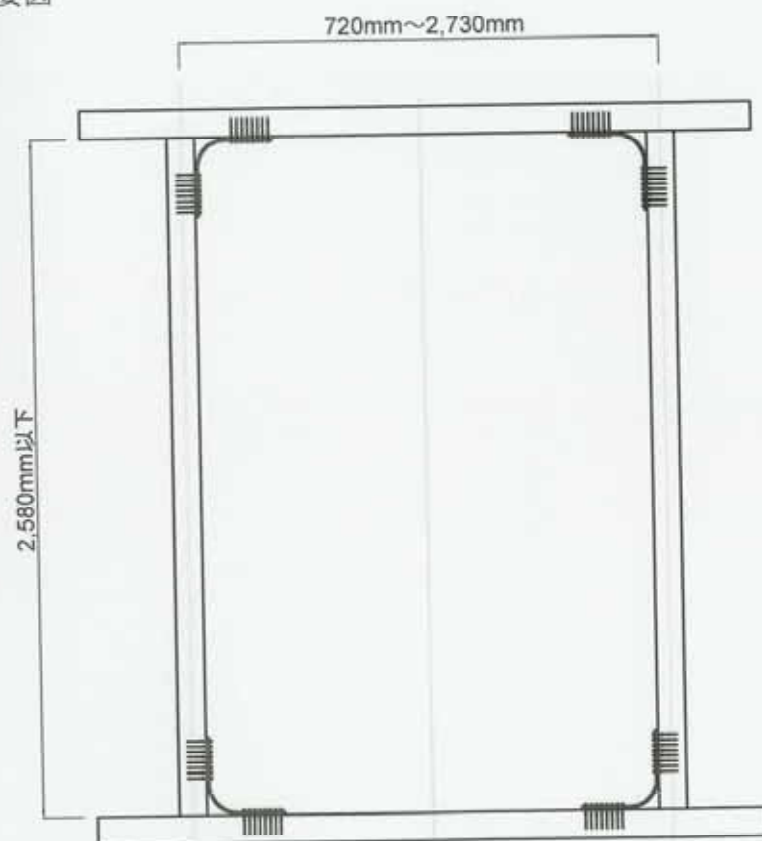
3. 六角スクリュー「YD・H19」姿図



4. 取り付け概要図



5. ユニット概要図



6. ユニットの隣接設置概要図(柱小径 180mm 未満の場合は添え柱を設ける)

