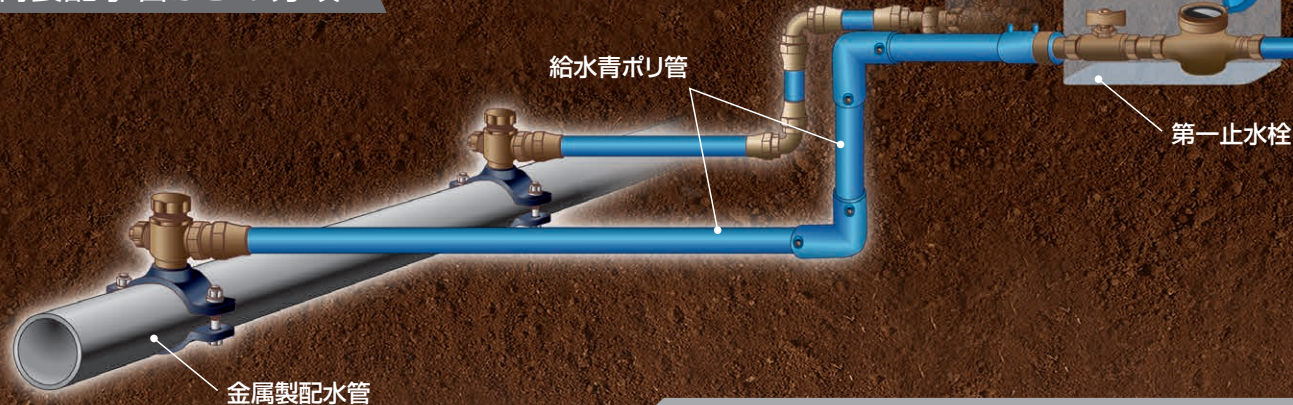




地震後も継続使用が可能な 給水装置引込み部のご提案

金属製配水管からの分岐



配水青ポリ管からの分岐



【用語の定義】

- 水道配水用ポリエチレン管：配水青ポリ管
- 水道給水用ポリエチレン管：給水青ポリ管

それぞれの配管構造でレベル2地震動に対する耐震性能を確保します！

給水装置の地震被害



写真 給水管接合部からの漏水

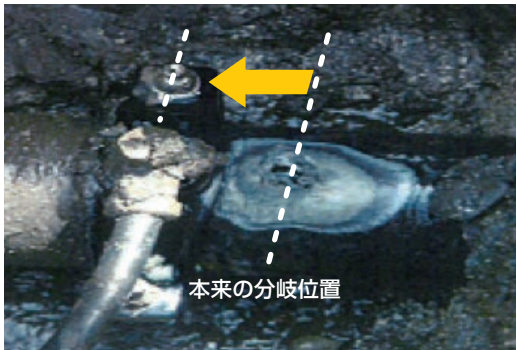
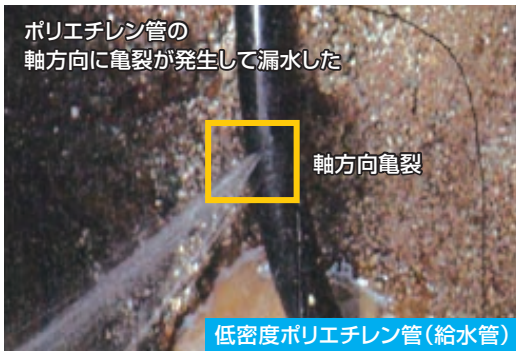


写真 給水分岐部のズレ



写真 管体破損による漏水



(公財)給水工事技術振興財団、熊本地震給水装置被害状況調査報告書より

給水部会のご挨拶

昨今の大地震において、給水管の被害が多数報告されて、耐震化のニーズが高まっております。そのようなニーズにお応えするために、当研究会では2019年7月にパイプ、金属継手メーカーからなる「給水部会」を立上げ、レベル2地震動に対して給水装置引込み部に必要な耐震性能を明らかにし、それぞれの配管構造について土槽実験で耐震性能を評価してまいりました。この度、耐震実験の結果を踏まえて、外部の有識者で構成された「耐震性評価認証委員会」において、各社の製品の耐震性が認証されましたので、ご案内申し上げます。

給水引込み部には多くの地震被害が発生しています

2011東日本大震災と2016熊本地震の給水装置引込み部の被害調査報告書が(公財)給水工事技術振興財団から公表されています。

主たる被害原因を「材料の劣化」、「地震動の影響」、「施工の確実性」に分類し、それぞれの管種と構造ごとに被害件数を整理しています。

地震動による被害は給水分岐部と給水管部に多く発生しています。「給水分岐部は配水管とT字形となり、この部分に応力とひずみが集中し被害につながったと考えられる」と指摘されています。また、給水管部については、「塩ビ管はTS継手の可撓性不足が原因と考えられること、ポリエチレン管(黒ポリ管)は被害原因の究明が望まれる」と記載されています。

部位		管種・構造		熊本地震			東日本大震災			
				被害数		被害数				
材料の劣化	給水分岐部	サドル分水栓	11	43	1,118	100	128	1,205		
		チーズ継手等	32			28				
	給水管部	ポリ管	0	853		2	599			
		鋼管	726			124				
		鉛管等	127			473				
	第一止水栓部：継手部等	37	37	466		466				
	水道メーター部：作動不良等	185	185	12		12				
地震動の影響	給水分岐部	サドル分水栓	27	79	848	78	323	4,454		
		チーズ継手等	52			245				
	給水管部	塩ビ管	449	752		1,742	2,068		2,533	
		ポリ管	283			268				
		鋼管等	20			58				
	第一止水栓部：本体被害等	14	14	136		136				
	水道メーター部：作動不良	3	3	6		6				
施工の確実性	給水分岐部	チーズ継手等	9	9	119	53	53	716		
	給水部	塩ビ管等	110	110		660	660			
	第一止水栓部：継手被害等	0	0	3		3				

表1 東日本大地震及び熊本地震の給水装置被害件数

(公財)給水工事技術振興財団、東日本大地震及び熊本地震給水装置被害状況調査報告書から抜粋(一部加筆)

給水青ポリ管でレベル2地震動に対する耐震性を確保

これまで給水装置引込み部には耐震設計法が定められていませんでした。また、レベル2地震動に対する耐震性能も定められていませんでした。そこで当研究会では、「金属製配水管からの分岐」、「配水青ポリ管からの分岐」など様々な配管構造について、レベル2地震動を想定した土槽実験により耐震性評価を進め、このたび、それぞれの配管構造においてレベル2地震動に対応できる耐震性能を確認いたしました。給水装置引込み部に必要な耐震性能は導水・送水・配水本管と同じように「耐震性能2」とし、「レベル2地震動」に対して漏水せず、地震後も継続使用が可能な性能を確保します。

想定地震動と給水引込み部の耐震性能

想定地震動 レベル2地震動	給水引込み部の耐震性能 耐震性能2
当該施設の設置地点において発生すると想定される地震動のうち、最大規模の強さを有するもの	漏水しないこと、給水装置引込み部に発生するひずみが降伏域に達しないこと、地震後も継続使用が可能な性能を保持すること

※当研究会では、配水管の被害がなくても、給水装置に被害があれば、住民まで水を安定的に届けることが出来なくなると考え、配水管同等の耐震性能を確保することを目標としました。



実験状況

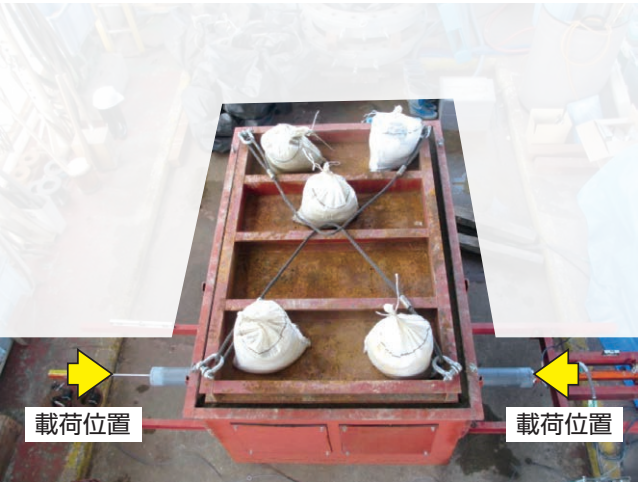


写真 実験土槽



写真 土槽内の給水管設置状況

給水管部は「給水青ポリ」で耐久性と耐震性を確保

日本水道協会の水道配水用ポリエチレン管(PE100)の規格では、20℃、1MPaの使用水圧の条件で50年後に保持しなければならない引張応力を10MPaと定めています。配水管と給水装置引込み部には同じ水圧(1MPa)が作用しています。そこで、給水装置引込み部についても配水管と同じ高密度ポリエチレン管(PE100、給水青ポリ管)を用いて長期の耐久性と耐震性を確保します。

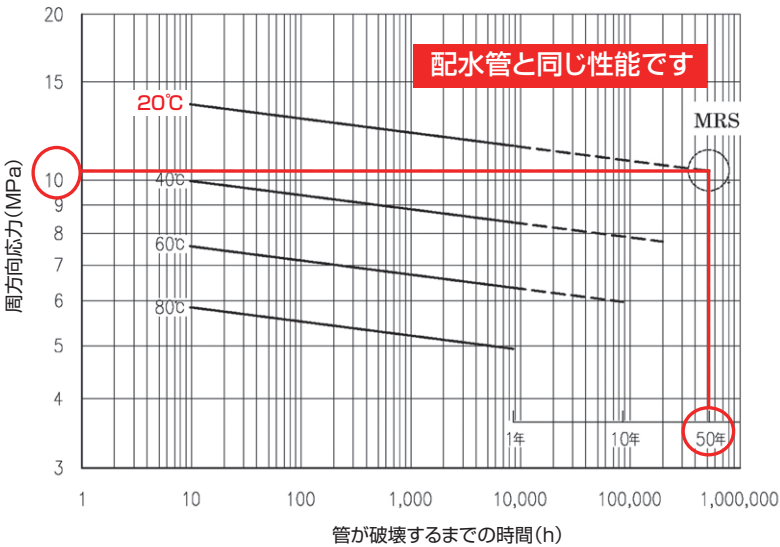
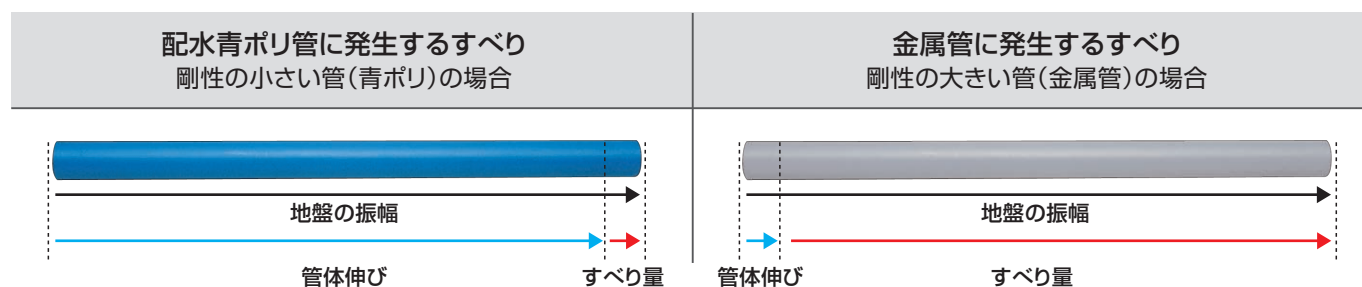


図1 熱間内圧クリープ線図(研究会原料特性データ)

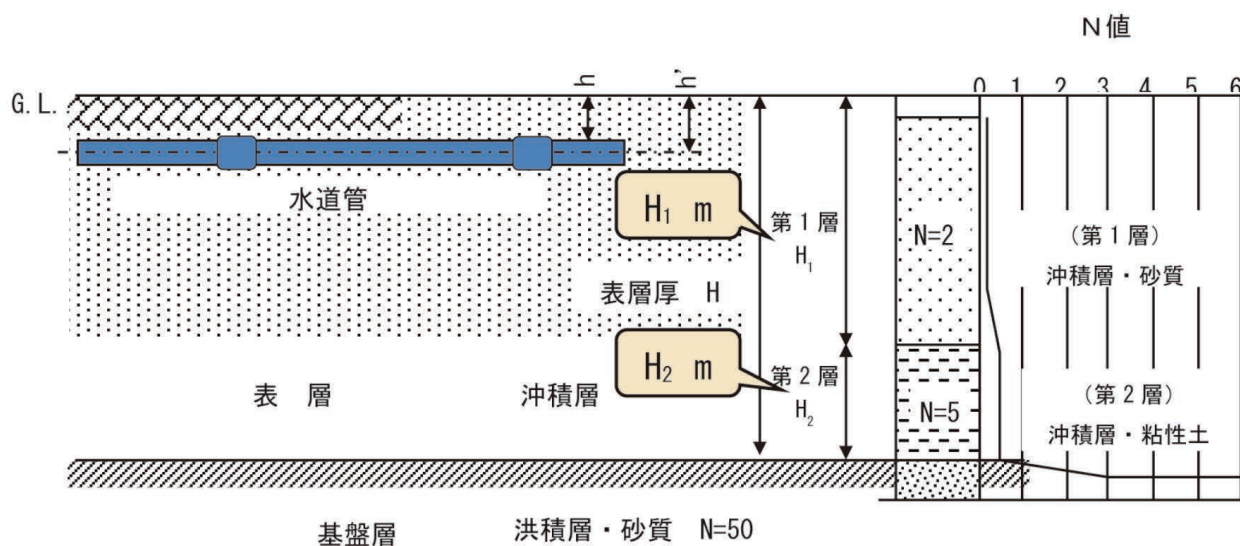
① 地震時の配水管に発生するすべり量

レベル2地震動を受けた場合の「管体の伸び」と「管と地盤の境界に発生するすべり」との関係は以下の図解の通り、金属管の場合には管体が伸びませんので大きなすべりが発生する場合があります。一方で、配水青ポリ管は管体が伸びますのですべりは少なくなります。



地震時に地盤に発生する振幅は沖積層の厚さなどにより異なります。そこで、給水装置引込み部の耐震性評価においては、水道施設耐震工法指針・解説(2009年)設計事例集の地盤モデル(下図)を参考に、極めて軟弱な地盤から比較的良好な地盤までを想定したモデル地盤3種類を設定、それぞれのモデル地盤から算出される結果の内、最も厳しい条件を選定いたしました。

レベル2地震動が作用した場合の地盤振幅、地盤ひずみ、管と地盤の境界に発生するすべり量を下表に示します。レベル2地震動によりモデル地盤I(軟弱地盤)では地盤振幅が最大で31.2cmに達し、金属管に発生するすべり量は、最大で29.8cm、一方、配水青ポリ管に発生するすべり量は、モデル地盤IIで最大1.2cmになります。



水道施設耐震工法指針・解説(2009年)設計事例集より

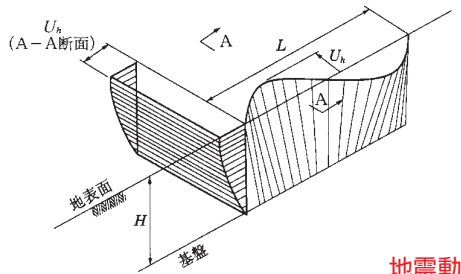
図2 耐震計算のモデル地盤

モデル地盤(I~III)			レベル2地震動			すべり量(相対変位)	
組み合わせ(m)			速度応答スペクトル	地盤振幅	地盤ひずみ	鋼管	青ポリ管
I 軟弱地盤	H1	25m	100cm/s	31.2cm	1.01%	29.8cm	0.7cm
	H2	5m					
II	H1	10m	100cm/s	14.1cm	0.94%	13.8cm	1.2cm
	H2	5m					
III 良好地盤	H1	5m	50cm/s	4.2cm	0.43%	4.1cm	0.8cm
	H2	5m					

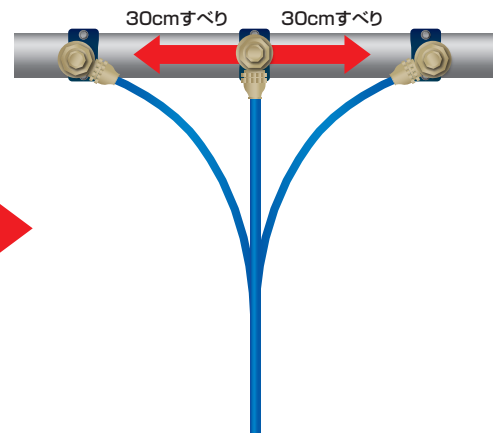
表2 各モデル地盤における地盤振幅とすべり量

② 配水管が大きくなると給水装置に大きな変形が発生します

給水装置引込み部の耐震性は、配水管の管軸方向の地震動で評価します。管軸方向の地震動により金属製の配水管に最大で約30cmのすべりが発生すると、給水装置引込み部には以下の写真のように示すように狭い範囲で大きな曲げ変形が発生します。一方、配水青ポリ管に発生するすべり量は最大でも1.2cmであるため、給水管に与える影響がごく僅かです。



地震動



※図は土地改良事業設計基準及び運用・解説より引用

③ 給水装置引込み部の耐震性評価ポイント

これまでの土槽実験と研究※で「すべりが発生した場合の耐震性評価」のポイントは

- ① 金属製サドル分水栓の破損とズレ
- ② 給水青ポリ管に発生する曲げひずみ
- ③ 金属継手と青ポリ管の接合部のひずみ集中(青ポリ管の降伏)になります。

また評価対象の給水管は、給水青ポリ管の最小口径である20mmとし、立ち上がり部を持ったクランク配管構造とします。これは、これまでの土槽実験結果の解析に基づき、より厳しい条件下で耐震性を評価するためです。



※給水用高密度ポリエチレン管を用いた給水装置引込み部の耐震性評価(2018年 土木学会論文集)



写真 給水装置引込み部に想定される地震被害(金属管からの給水分岐例)

給水装置引込み部に求められる耐震性能

耐震性の評価条件

最も厳しい条件でも耐震性を確保するため、以下を評価条件とします。

配水管の管種	金属管	配水青ポリ管
評価条件	30cmのすべりに対応できること	2cmのすべりに対応できること

※管軸方向の地盤ひずみは最大で1.0%です。管軸方向の地震動に対しては、配水青ポリ管の管軸方向の許容ひずみが3.0%であるため、十分な安全性を有しています。

※なお、評価対象の給水管は口径40mmまでですが、今回は口径20mmと25mmの給水青ポリ管と関連する金属製給水用具について耐震性を評価しています。

※今回の土槽実験の評価は、繰り返し振動による部品緩み、損傷を評価したものではありません。

※今回の認証実験では材料腐食による影響については考慮しておりません。効果の持続のため、ポリエチレンスリーブ巻きなど、できるだけ金属部の腐食対策を講じることをお勧めします。

許容ひずみ

給水青ポリ管が降伏せずに、地震後も継続使用できるように、以下の性能を規定します。配水青ポリ管の応力-ひずみ線図を図3に示します。供試体を引張る速度により異なりますが、降伏ひずみ^(※1)は7.8%~11%の範囲にあります。また、ひずみが15%を超えるとネッキング^(※2)がみられます。日本水道協会と配水用ポリエチレンパイプシステム協会は、配水青ポリ管の管軸方向の許容ひずみを3%と定めており、給水青ポリ管は配水青ポリ管と同じ材質のPE100であることから、管軸方向の伸縮に対する許容ひずみは同様に3.0%以下としました。

曲げ変形に対する許容ひずみは、繰返し地震動に追従しなければならないため、給水青ポリ管の繰返し曲げ試験(写真)により決めました。その結果、6%ひずみでは320回の繰返しで明確な水圧低下を生じることから、曲げ変形に対する許容ひずみは、6.0%以下としました。

①管軸方向の伸縮に対する許容ひずみは3.0%以下

②曲げ変形に対する許容ひずみは6.0%以下

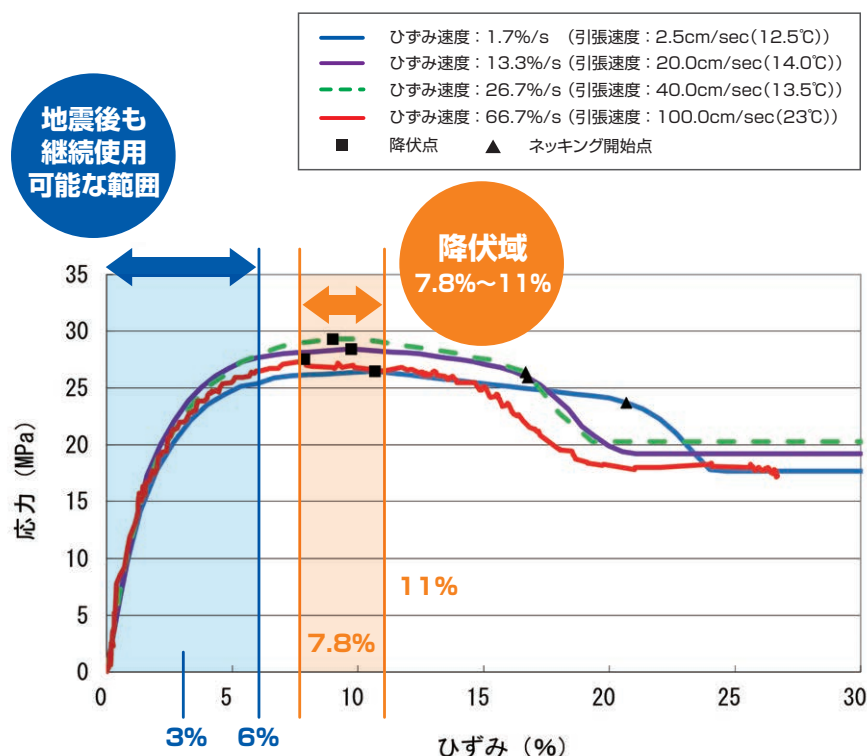


図3 配水青ポリ管の応力-ひずみ線図

※出典：日本水道協会の調査報告書より（一部加筆）



写真 給水青ポリ管の繰返し曲げ試験

※出典：建築設備用ポリエチレンパイプシステム研究会の給水装置引込み部の耐震性評価の手引きより

※1：「降伏ひずみ」：ひずみが弾性限界を超えて、元に戻らなくなるときのひずみ

※2：「ネッキング」：引張荷重を受ける青ポリ管の断面積の局所的な減少が発生する状態

金属製配水管から分岐する場合

金属製サドルに大きな回転機構を付加することと金属継手の改良で
レベル2地震動に対応します

金属製配水管に30cmのすべりが発生した場合の、分岐部の耐震実験結果です。

回転性能を有する金属製サドル分水栓と、給水青ポリ管にひずみが集中しないように改良した金属継手の組合せで「レベル2地震動」に対応します。給水青ポリ管が降伏していませんので、地震後も引き続き使用できます。なお、詳しい実験結果は研究会各社のパンフレットなどを参照ください。

評価したシステム	金属製サドル(回転)で分岐、金属継手を使用	
実験結果 (代表例)		
発生した曲げひずみ	6.0%以下	
許容曲げひずみ	6.0%	
接続部の降伏の有無	金属継手との接続部に異常なし	
金属製サドルの回転角度	約40°	

配水青ポリ管から分岐する場合

配水青ポリ管から給水分岐する場合には容易に耐震化が図れます

配水青ポリ管に2cm(レベル2地震動における最大すべり量1.2cm)のすべりが発生した場合の分岐部の耐震実験結果です。

融着サドルの場合の最大ひずみは1.1%、金属製サドルの場合の最大ひずみは1.8%です。

許容ひずみ6.0%を大きく下回り、レベル2地震動で発生するひずみに対して十分な耐震性能があります。

評価したシステム	融着サドルで分岐	金属製サドルで分岐
実験結果		
発生した曲げひずみ	1.14%	1.84%
許容曲げひずみ	6.0%	

注) 金属製サドルと金属継手を使用する場合にはサドルが滑らないこと、
接合部の給水青ポリ管が抜けかないこと、給水青ポリ管にひずみが集中しないことの確認が必要です。

写真提供：積水化学工業(株)、(株)日邦バルブ、(株)タブチ、(株)光明製作所



(株)日邦バルブ製

(株)日邦パレブ製



(株)タブチ製



(株)光明製作所製

給水青ポリ管と黒ポリ二層管の金属接合

管 種	給水青ポリ管※	黒ポリ二層管	塩ビ管	鋼 管	参 考
材 質	PE100	PE50			
口 径	外径寸法(JIS規格寸法)				ISO規格寸法
20A	27	27	26	27	25
25A	34	34	32	34	32
30A	42	42	38	42	40
40A	48	48	48	48	50

※JIS規格寸法とISO規格寸法では外径寸法が異なり接合が難しくなります。

The diagram illustrates the 7 steps of the product certification process:

- 各社から製品提案 (Product proposal from each company)
- 実験可否判断 (Feasibility test judgment)
- 土槽実験 (Field test)
- 結果報告 (Result report)
- 認証委員会 (Certification committee)
- 性能確認書発行 (Performance confirmation book issuance)
- 認証マークの発行 (Issuance of certification mark)

A large blue arrow points from left to right across the steps.



事務局：〒105-8566 東京都港区虎ノ門2丁目10番4号
(オークラプレステージタワー)
TEL. 03(6748)6487 FAX. 03(6748)6564
<http://www.pwa-hp.com/>

地震後も継続使用が可能な
給水装置引込み部のご提案
パンフレット