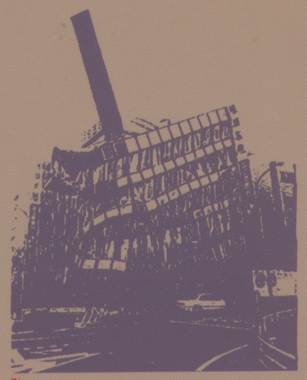


阪神・淡路大震災
ベローズ形伸縮可撓管調査報告書

TECHNO FLEX 株式会社 テクノフレックス・トーラ

本　社
〒104-0042 東京都中央区入船一丁目8-3
Telephone 03-5117-3611　Facsimile 03-5117-3629
Headquarters
8-3, Irifune 1-chome, Chuo-ku, Tokyo 104-0042 Japan
Telephone +81-3-5117-3611Facsimile +81-3-5117-3629

管継手事業部
FE東日本営業部
東京第一営業所
〒104-0042 東京都中央区入船一丁目8-3
Telephone 03-5117-3620　Facsimile 03-5117-3630
東京第二営業所
〒104-0042 東京都中央区入船一丁目8-3
Telephone 03-5117-3621　Facsimile 03-5117-3631
東京第三営業所
〒104-0042 東京都中央区入船一丁目8-3
Telephone 03-5117-3622　Facsimile 03-5117-3632
札幌出張所
〒003-0834 北海道札幌市白石区北郷四条九丁目5-15
リリバレー49　303号
Telephone 011-875-1133　Facsimile 011-875-1030
貿易課
〒104-0042 東京都中央区入船一丁目8-3
Telephone 03-5117-3626　Facsimile 03-5117-3817
FE西日本営業部
名古屋営業所
〒451-0035 愛知県名古屋市西区浅間二丁目4-6
ヤマコ第1ビル1F
Telephone 052-522-0220　Facsimile 052-532-1030
大阪第一営業所
〒571-0043 大阪府門真市桑才新町15番21
Telephone 072-842-5882　Facsimile 072-842-5866
大阪第二営業所
〒571-0043 大阪府門真市桑才新町15番21
Telephone 072-842-5883　Facsimile 072-842-5867
福岡営業所
〒813-6591 福岡県福岡市東区多の津一丁目14-1
FRCビル5F
Telephone 092-622-6811　Facsimile 092-622-9680
静岡出張所
〒424-0886 静岡県静岡市清水草薙一丁目8-22
Telephone 0543-48-4661　Facsimile 0543-48-4666
岡山出張所
〒700-0976 岡山県岡山市辰巳35-102
プリマ・ヴェーラ105号
Telephone 086-242-2622　Facsimile 086-241-0633
広島出張所
〒730-0036 広島県広島市中区袋町4-31
日商岩井袋町マンション605号
Telephone 082-545-6061　Facsimile 082-545-6091
ガス営業部
〒104-0042 東京都中央区入船一丁目8-3
Telephone 03-5117-3624　Facsimile 03-5117-3634
水道営業部
東京営業所
〒104-0042 東京都中央区入船一丁目8-3
Telephone 03-5117-3623　Facsimile 03-5117-3633
大阪営業所
〒571-0043 大阪府門真市桑才新町15番21
Telephone 072-842-5887　Facsimile 072-842-5889
仙台出張所
〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町一丁目9-3
プラチナビル
Telephone 022-224-5983　Facsimile 022-224-5985
名古屋出張所
〒451-0035 愛知県名古屋市西区浅間二丁目4-6
ヤマコ第1ビル1F
Telephone 052-529-3701　Facsimile 052-532-1030
特販課
〒104-0042 東京都中央区入船一丁目8-3
Telephone 03-5117-3921　Facsimile 03-5117-3817
クリーン デバイス（CD）事業部
東京営業所
〒273-0016 千葉県船橋市湖見町34-17
Telephone 047-434-0740　Facsimile 047-434-0741
九州営業所
〒869-1232 熊本県菊池郡大津町高尾野272-11
Telephone 096-293-1551　Facsimile 096-213-4070

HAR-0501-2
www.tf.technoholdings.co.jp



阪神・淡路大震災

ベローズ形伸縮可撓管調査報告書

●1995年1月17日

株式会社 テクノフレックス・トーラ



●地震直後の市内の惨状

はじめに

1995年1月17日早暁大地震が阪神、淡路地区を襲い、関東大震災に次ぐ大きな被害をもたらしてしまった。
大正12年（1923）関東大震災当時とは、比べものにならない強固な町作りがなされていたはずであるが、その地震の力は想像を絶し、耐震強度を考慮したビル、高速道路でさえ無残に打ち砕かれてしまった。
ライフラインという言葉が、毎日のように新聞やテレビで報道され、改めてパイプラインの重要性が見直された。
市民を一番困らせたのは、断水のため消火活動ができなかったことと、その後の生活用水が全く使えなかったことである。人々は、給水車を待ち、支給弁当で生活する毎日であった。
都市ガスの復旧が一番遅れたのは、漏洩個所の特定が難しかったことであった。
暖房用灯油等については、石油元売会社のタンク損傷はひどかったものの配管の被害を最小限度にとどめ油漏れを防ぎ、大火災や爆発などの危険を回避することが出来た。
当社は、これらのライフラインの被害状況を把握、分析を行い、より安全なライフラインを作るための一助としたいと本書を作成した。

1995年7月



●苅藻橋護岸が崩れ、水道管も大きく曲がった



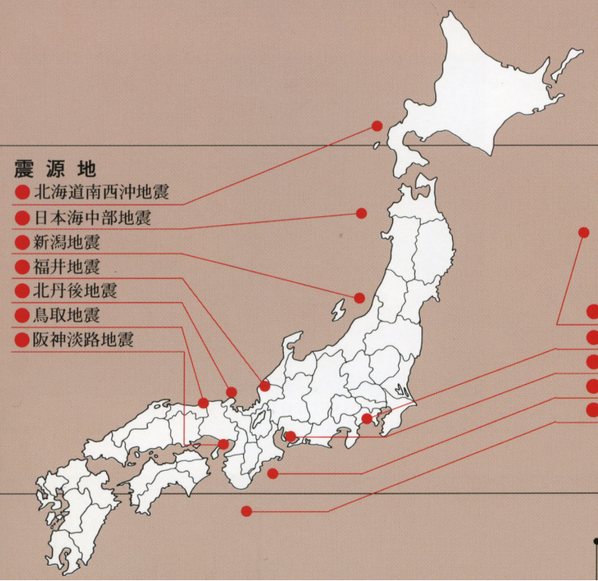
●落下した深江大橋水管橋

阪神・淡路大震災

ベローズ形伸縮可撓管調査報告

●地震の被害（1923年以降）

発生年月日	名称	地震規模	地域	死者行方不明者	全壊焼失家屋
1923，9,1（大正12年）	関東地震	M7.9	関東南部	142,807	575,397
1927，3,7（昭和2年）	北丹後地震	M7.3	近畿、中国	2,925	16,315
1933，3,3（昭和8年）	三陸地震	M8.1	三陸沿岸	3,008	7,263
1943，9,10（昭和18年）	鳥取地震	M7.2	鳥取県	1,005	7,527
1944,12,7（昭和19年）	東南海地震	M7.9	東海、近畿	998	29,130
1945，1,13（昭和20年）	三河地震	M6.8	愛知県	1,180	4,535
1946,12,21（昭和21年）	南海道地震	M8.0	中部、近畿	1,362	16,217
1948，6,28（昭和23年）	福井地震	M7.1	福井県	3,769	40,035
1964，6,16（昭和39年）	新潟地震	M7.5	新潟、山形	26	2,250
1983，5,26（昭和58年）	日本海中部地震	M7.7	秋田、青森	104	139
1993，7,12（平成5年）	北海道南西沖	M7.8	北海道、奥尻島	243	721
1995，1,17（平成7年）	阪神淡路地震	M7.2	兵庫、大阪	5,348	88,700



関東大震災以降、12の巨大地震が全国に分布し、
日本中安全な場所は無く、
我々は常に地震に対し万全の
備えをしなければならない。

town gas | oil line

都市ガス | 油配管

今回の地震における配管の被害状況

■都市ガス

復旧が一番遅れた都市ガスは、流体が危険なガスであることに加え、漏洩箇所が多く漏洩箇所の特定が難しかったことなどのためであった。

直接的な原因として、ネジ込み配管が多かったこと、伸縮可撓管や、フレキシブル等の対策用の継手類の使用が少なかったことなどであった。

●ガス導管の被害状況

高圧幹線	被害なし
中圧導管	継目部分の漏れ、パイプの折損
中圧導管	ネジ部分からの漏れ、取り出し部分からの漏れ
内管	ネジ部分からの漏れ(ネジ部分の折れ、ゆるみ)

＊六甲アイランドでは建物の引込み部分に可撓管継手を使用していたので被害が少なかった。

■油配管

危険物(油)配管に関しては、消防庁通達危20号により可撓管継手の設置個所と技術、性能基準が決められ、耐震対策が施されていたため、漏洩の被害は無かった。危20号通達は、タンクと配管の間に可撓管継手を使用して、地震による変位を可撓管継手に集中させてタンクや配管を地震被害から守るという考えによるものである。

兵庫県内の屋外タンクは、2525基あり、被害を受けたもの331基、ベローズ形可撓管継手は、総数16270本、漏洩件数はゼロであった。

又、尼崎から大阪、堺泉北臨海コンビナート地区に到るまで、危険物タンク本体には、不等沈下、傾斜など多くの被害が出ていたが、ベローズ形可撓管継手の漏洩は一件も報告されていない。

これは、ベローズ形の、抜群の耐震性能を立証するかたちとなった。

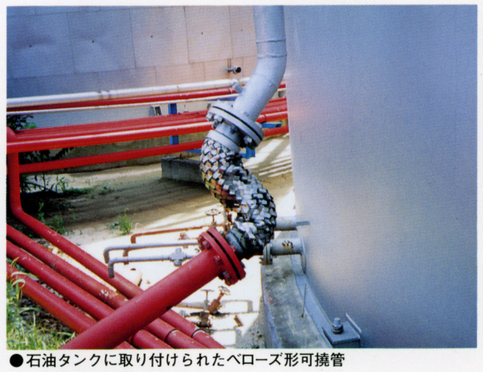
1964年(昭和39年)の新潟地震では、長期間の石油火災が大問題になったが、タンク元に使用したベローズ形可撓管継手は、恐ろしいほどの変位をしたにも拘らず漏洩は無く、この地震を契機に消防法が改正され、危険物タンクには、ベローズを使用することが義務付けられることになった。



●ネジ継手は漏れの原因になった



●タンクの沈下600mm、ベローズ形可撓管継手に漏れはない


●石油タンクに取り付けられたベローズ形可撓管
これ程曲がっても漏れはない

water works

水 道

■水 道

被害を数字の上でみると、配水管では、継目部分からの漏れが約1000件(64%)でもっとも多く、次いで管の折損が約320件(20%)、弁類の破損約280件(18%)。給水管では、分水サドルの折損およびネジ部の漏れ約10,000件(18%)、宅地内ネジ部からの漏れ約45,000件(78%)となっている。

ベローズ形伸縮可撓管の被害状況を調べて見ると、埋設用のもの、露出用のものいずれも漏洩、破口したものはゼロであった。ベローズの変形については、六甲アイランド大橋、苅藻橋のものについて著しい変形が報告されているが漏洩は全く無かった。その外、神戸市中部地区、西部地区の52橋のベローズ形可撓管について調査した結果、許容変位量の3倍以上変形していたものが3橋、許容変位量の3倍以内のもの1橋、許容範囲以内にとどまっていたもの12橋、異常がないもの37橋が報告されている。

ほかに、日本水道鋼管協会の調査(神戸市内501ケ所の水管橋)でもベローズの漏水の報告は全くなかった。

●水道管の被害状況

導水管	継目部分からの漏洩
送水管	継目部分からの漏れ、脱管、管の折損
配水本管	継目部分からの漏れ、脱管、管の折損
配水管	継目部分からの漏れ、脱管、管の折損
給水管	分水サドルの折損、ネジ部よりの漏れ、折損

●伸縮可撓管の被害状況

型式	異常無し	許容変位量以内のもの	許容変位量の3倍以内のもの	許容変位量の3倍以上のもの	漏洩したものの数
ベローズ型	20／52	25／52	1／52	6／52	0／52
スライド型ハウジング型式	3／11	4／11	0／11	1／11	3／11
その他のもの	5／19	7／19	0／19	0／19	7／19
計	28／82	36／82	1／82	7／82	10／82

(分母は調査対象数)


●六甲大橋水道管が落下、伸縮管は著しく変形したが漏れはない


●六甲大橋落下した水道管(700A)
異常に変位した伸縮管、これでも漏れはない

ベローズ形伸縮可撓管の優れた耐震性

●ベローズ形伸縮可撓管の水道用と
危険物用に使用したものの比較

用　途	異常無し	許容変位量以内のもの	許容変位量の3倍以内のもの	許容変位量の3倍以上のもの	漏洩したものの数
水道用	20／52	25／52	1／52	6／52	0／52
危険物油用	11／142	24／142	26／142	81／142	0／142

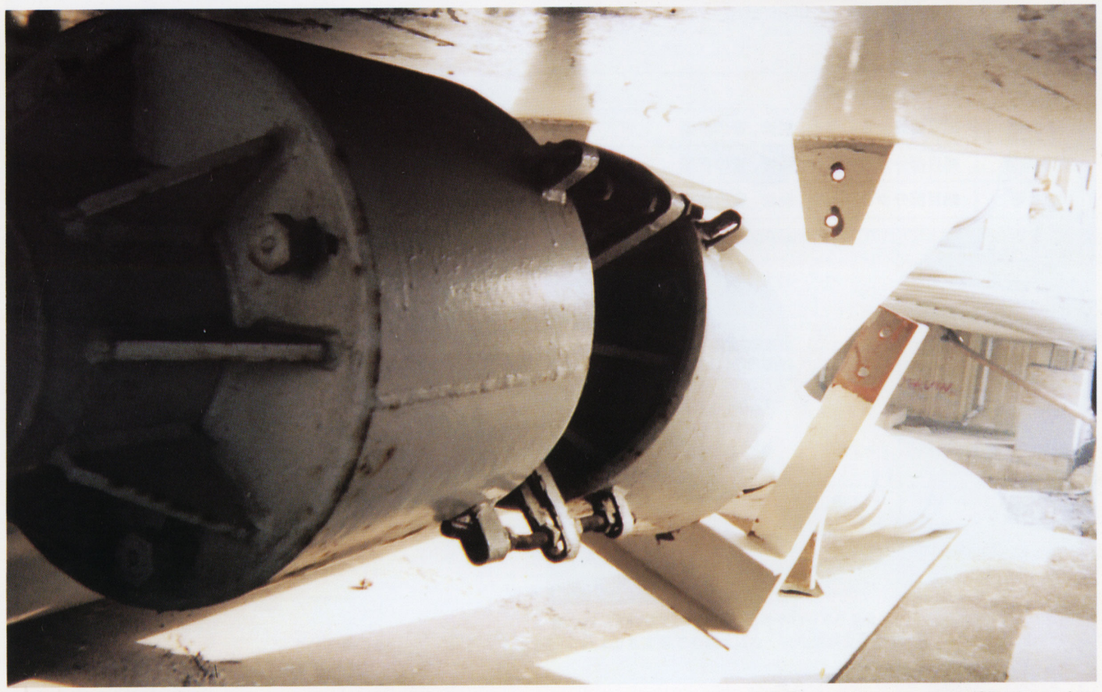
（分母は調査対象数）

＊危険物用にあっては、許容変位量の4倍以上のものが24件あったがいずれも漏洩は無かった。

以上の結果が示すとおり、ベローズ形伸縮可撓管は、地震時における異常変形に対して、驚くほどの安全性を示した。



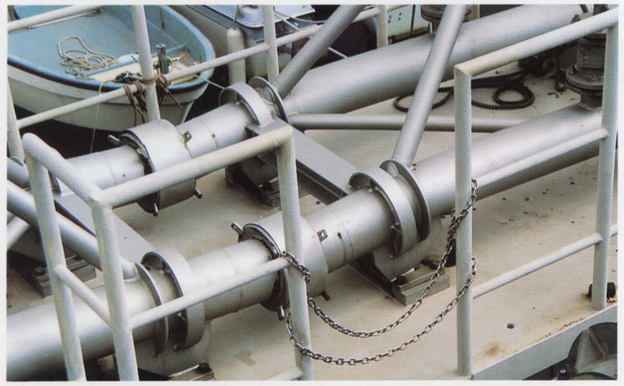
●妙法寺川水管橋
許容量25mm実際の動き75mm



●落下した水道管、ベローズ形伸縮管に漏れはない



●折れ曲がった水道管、神戸東灘区



●許容量を超えて縮んで曲がった
ベローズ形伸縮管



●漏洩した水道管の修理作業

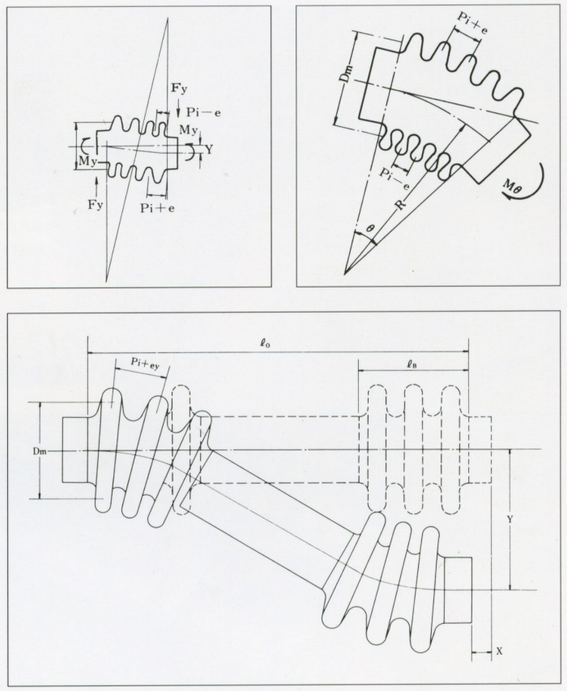
safety property

安全特性

ベローズ形伸縮可撓管は、様々な特性を持っている

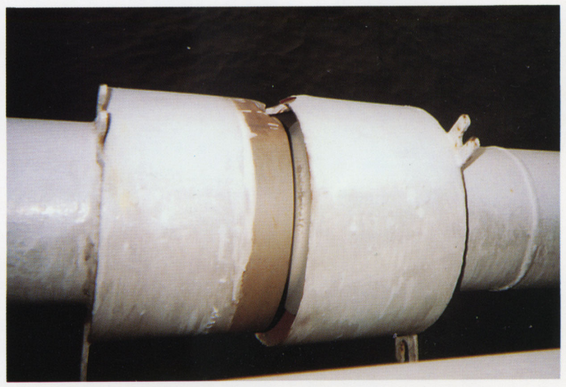
変位特性

ベローズは、ステンレス管を波状に加工したものであり、伸縮、曲げ、軸直角方向変位など全方向に作動することができる。
地震は、上下、前後、左右あらゆる方向に変動する。ベローズは、このような予測のつかない動きに対応することが出来る構造になっている。
作動量についてみると、平成7年1月の神戸地区の地震では、700mm程度の変位が随所に見られ、地盤の亀裂巾600mmを超えるものすらあった。これらの激震地区において取り付けられたベローズ形伸縮可撓管は、あらかじめ地震を予測したものではないが、いずれのベローズもこの過大な変位に耐えきって、管路を保持することが出来た。消防庁の危険物施設に関する調査委員会の報告によると、変位の巾、極端なものを除き、400mmとすると、施設の85%がこの範囲に入ると結論付けている。逆にいえば、400mmの変位能力を持つ伸縮可撓管が必要であるといえる。
調査結果を見ると、ベローズ形伸縮可撓管は、許容変位量の3倍以上のものであっても漏洩件数はゼロであった。このようにベローズ形伸縮可撓管は、『無理がきく』継手として、各方面の評価を得た。



耐震性能

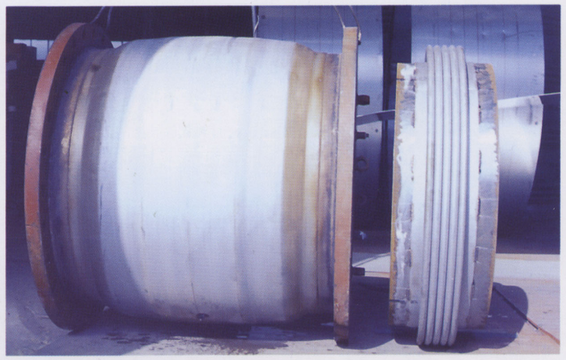
地震は、大きな変位にスピードを伴っている。神戸地震の調査結果を見ると、最大800ガルが報告され、長田区から東灘区にかけて広範囲に渡って650ガルが観測されている。
ベローズ形伸縮可撓管は、ポンプやコンプレッサー等の振動を発生させる機械に、『防振用』として使用するばかりでなく、このような地震の著しく早い動きにもしっかり追随することができる性能を有している。
※注　1ガル＝1cm／Sec.



●カバーが抜けて、異常変位したベローズが見える
このような変形でも漏水はなく安全性が立証された

耐圧性能

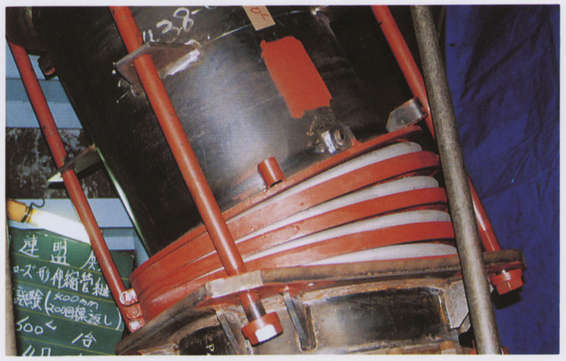
ベローズは、優れた耐圧性能を持っている。そのヒミツは、ベローズのヒダにある。
軸方向の曲げ応力と周方向の引っ張り応力を上手に組み合わせて、異常圧や衝撃圧には、曲げ変形によってやわらげ、山高によって周の引っ張り応力をカバーさせるという設計思想によるものである。つまり、ベローズは肉厚は薄いが、ヒダがあるので耐圧力を増すことができる。
地震のユレによって、管の中の水が左右にゆれて、加速度を増し、瞬間的に著しい圧力に成ったことが報告されているが、ベローズ形伸縮可撓管は、期待通りの効果を発揮した。



●伸縮実験伸び418mm、縮み215mm
許容量±50mm 、破断、漏洩なし、安全性をみごとに立証

耐負圧性能

ベローズ形伸縮可撓管は、全溶接タイプでパッキング類を一切使用していない。
水道管は、断水時に地形の上下差によって負圧になることがある。そのような場合に、パッキングを使用した型式では、地下水を管内に吸いこんでしまうことがある。
ベローズ形は、完全真空になっても安全である。



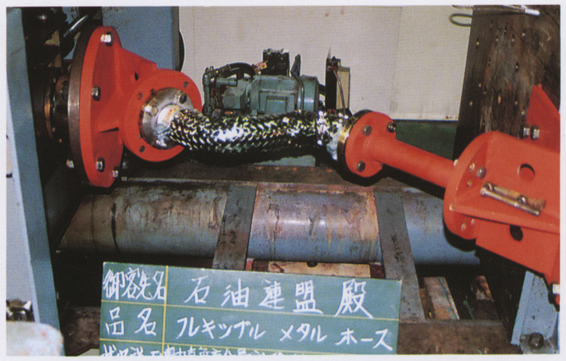
●4倍変位試験
許容値100mm ➡ 400mm 変位させ200回繰返した

安全性能

ベローズ形伸縮可撓管は、全溶接タイプであるので、地震時のような異常事態でも、脱管、折損、割れなどの恐れは全くない。
又、全方向に動くことができ、安全性は極めて高い。
ベローズ形伸縮可撓管の最大の利点は、異常時の巨大な動きに対して、許容値をはるかに越えても、配管の安全を確保することができるということである。

耐久性能

ベローズはステンレスであるため老化、劣化が全くなく、長年月に亘って、同じ性能を維持できる。
水道に使用され、既に30年以上経過したものが数多くあるが、いずれもメンテナンスを必要としていない。



●斜め（45°）の圧縮変位試験
400mm 200 回繰返し

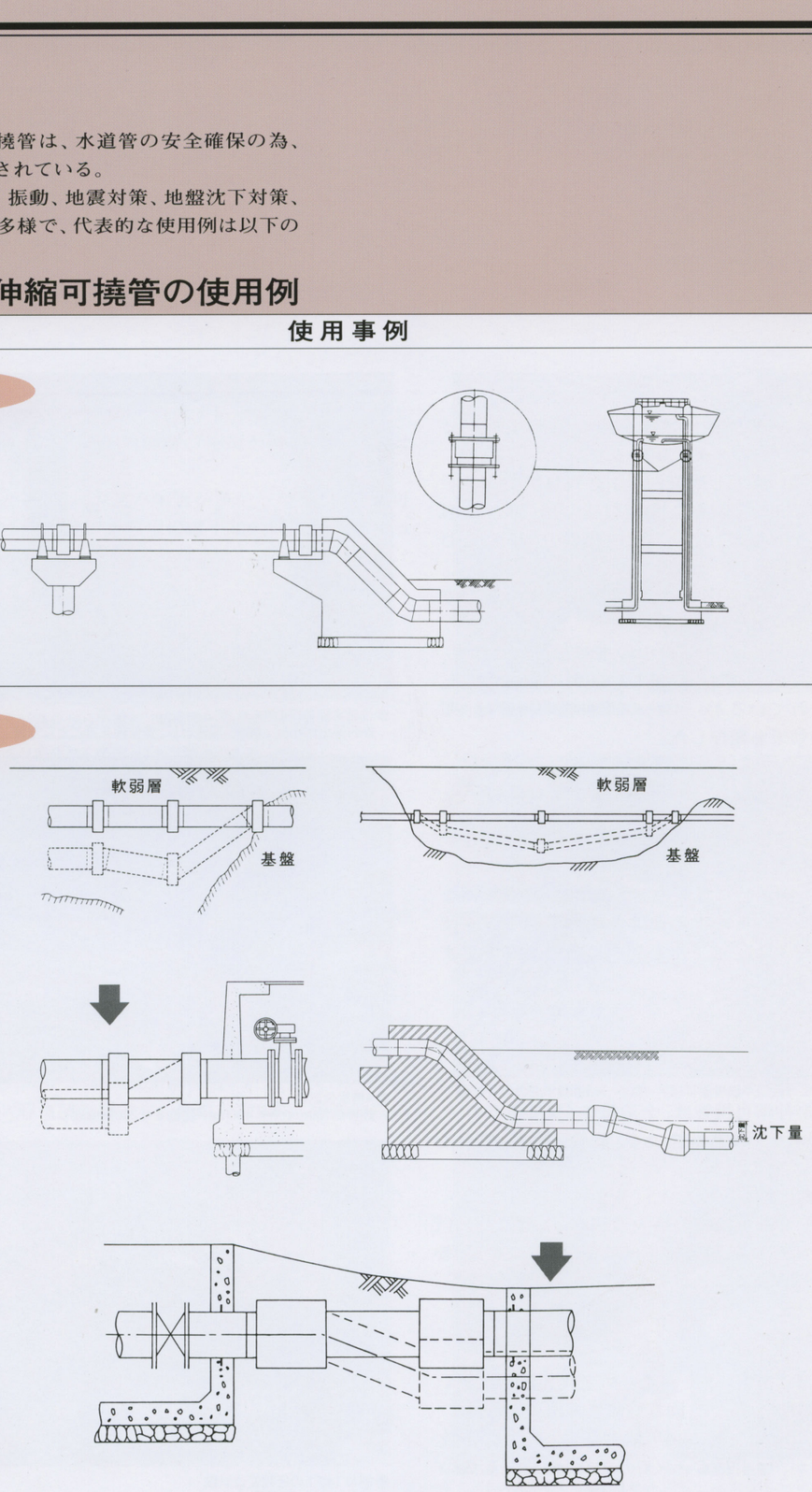
ベローズ形伸縮可撓管は、水道管の安全確保の為、様々な方法で使用されている。
使用目的は、伸縮、振動、地震対策、地盤沈下対策、不等沈下対策など多様で、代表的な使用例は以下の通りである。

ベローズ形伸縮可撓管の使用例

使用事例

露出用

埋設用



ベローズ形伸縮可撓管の型式選定の基準

	設置目的	設置場所の状態	圧力	型式	製作範囲
露出型	水管橋や露出配管の温度変化による管の膨張、縮み、撓み、車両の振動等の対策。地震時の安全性の確保。	橋や配管の両端部が確実に固定できるもの	10kgf／cm² 未満	低、中圧露出型	50A ～3000A
			10kgf／cm² 以上	高圧露出型	50A ～3000A
		水管橋の端部が直接土中に埋設されているか、曲がっているもの 固定部が確実でないもの	10kgf／cm² 未満	低、中圧露出型 タイロッド付	50A ～3000A
			10kgf／cm² 以上	高圧露出型 タイロッド付	50A ～3000A
	バルブやガスケットの交換用	弁室内など	10K未満	低、中圧露出型	50A ～3000A
			10K以上	高圧露出型	
埋設型	軟弱地や道路下の配管の不等沈下対策、貯水池、配水池、弁室、橋台等構造物と配管との接続部の不等沈下対策、地震時の安全性の確保	伸縮可撓管取付け部の直近に曲がり、丁字管がある場合、堤防下など土圧を期待出来ない場合	10kgf／cm² 未満	低、中圧埋設型 タイロッド付	50A ～3000A
			10kgf／cm² 以上	高圧埋設型 タイロッド付	50A ～3000A
		上記以外の埋設管	10kgf／cm² 未満	低、中圧埋設型	50A ～3000A
			10kgf／cm² 以上	高圧埋設型	50A ～3000A
		沈下量が少なく、口径が小さいものの場合	10kgf／cm² 未満	埋設用 フレキシブル管	50A ～350A

むすび

今回の阪神・淡路大震災で、ライフラインという言葉が一躍、脚光を浴びました。それは、生命につながる水道管、ガス管、などのパイプラインであり、まさに動脈である。
地震は、800ガルのスピードで、数百ミリの変位を伴って水道管を直撃し、分断した。
火災が発生しても、消火作業はままならず、飲料水は枯渇してしまった。
このような地震にも、充分対応できる柔軟な管路の必要性が叫ばれ、ベローズ形伸縮可撓管の性能が改めて評価された。
ベローズ形伸縮可撓管は、40年の歴史を持ち、新潟、仙台、八戸、日本海中部、北海道南西沖など多くの地震を経験し、管路の安全を守り、社会に貢献している。
柔軟性に富み、ムリがきくベローズ形伸縮可撓管が、水道管路の安全を守る近道であると確信する。

●落下した六甲ライナーの橋桁と異常が見られなかった水道管と伸縮管

