

ステンレス配管システムの地震動に対する変位吸収力検証結果

2020年2月

WSA

給水システム協会

ステンレス配管システム地震動に対する変位吸収力検証

1. 目的 ステンレス配管システムを構成する波状管、伸縮可とう継手、フレキシブル継手について、地震動に対する変位吸収力を、引張試験により検証し、今後の耐震性評価の基礎データとすることを目的とする。
2. 試験内容 A. ステンレス波状管+伸縮可とう継手の引張試験
 B. フレキシブル継手の引張試験

3. 試験結果

A. ステンレス波状管+伸縮可とう継手の引張試験

供試品 JWWA G116 伸縮可とう継手、JWWA G119 ステンレス波状管
呼び径 20,25,30,40,50

① 試験方法

図1のとおり、波状管の両端に伸縮可とう継手を接続し、0.6MPaの空圧を加え、25mm/分の速度で漏れが発生するまで引張り、接合部が伸びきるまでの引張ストローク荷重を計測する。また試験開始から10秒ごとに波状部の図1二点間距離をスケールで計測し、波状部の伸び量の推移を観察する。



写真1 試験装置

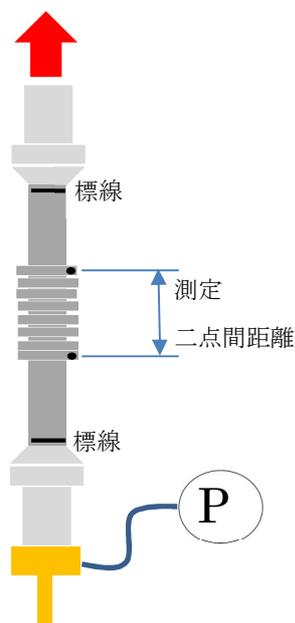


図1 引張試験

②試験結果

試験結果を表 1 および図 2~6 に示す。また試験後の波状部を写真 2 に示す。

表 1 引張試験結果

呼び径	漏れまでの引張量 (ストローク) (mm)	漏れまでの波状部二点間距離 (伸び量) (mm)	最大荷重 (kN)	参考 JWWA G116 引抜阻止力 (kN)
20	163	78	17.4	12.7~18.6
25	132	73	13.8	13.7~19.6
30	126	71	16.4	13.7~19.6
40	171	116	17.8	13.7~19.6
50	115	69	16.3	13.7~19.6

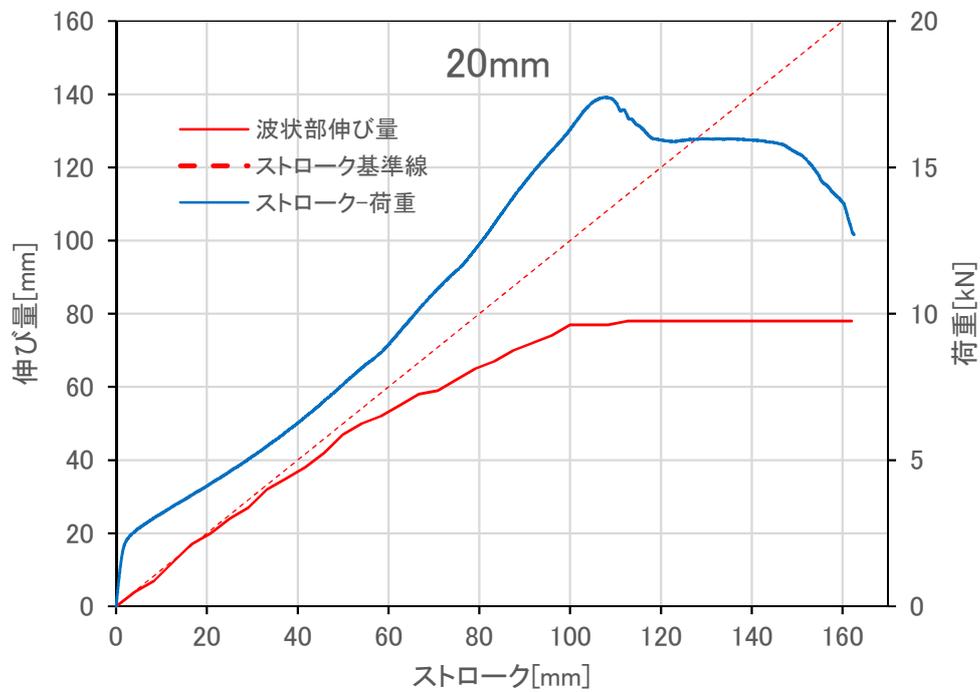


図 2 ストローク-荷重線図 (20mm)

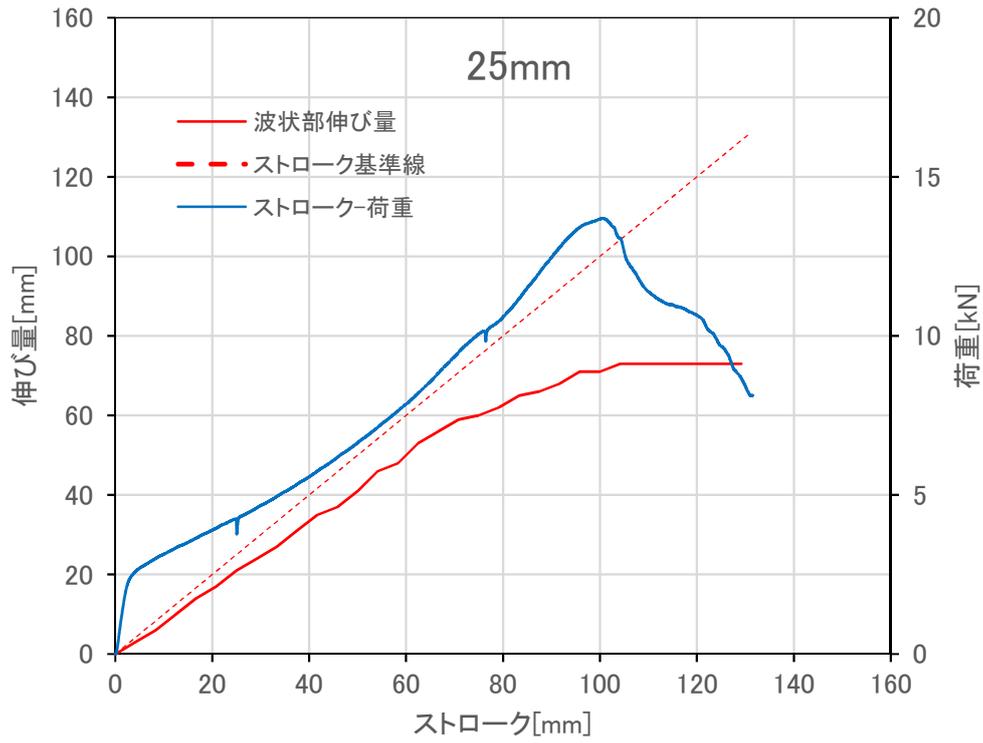


図3 ストローク—荷重線図 (25mm)

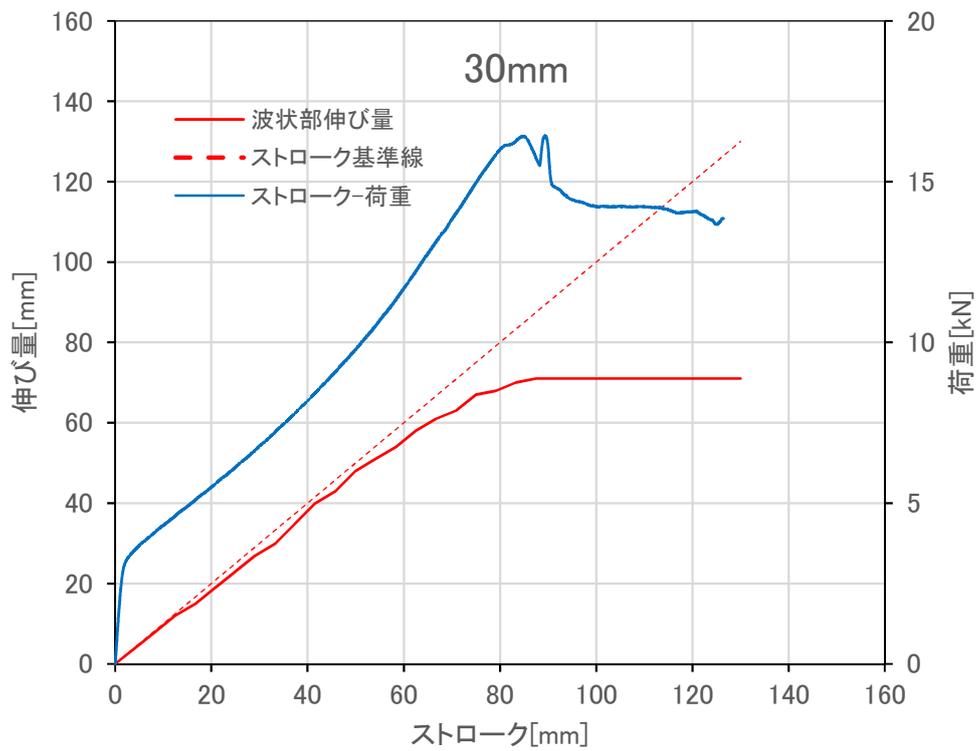


図4 ストローク—荷重線図 (30mm)

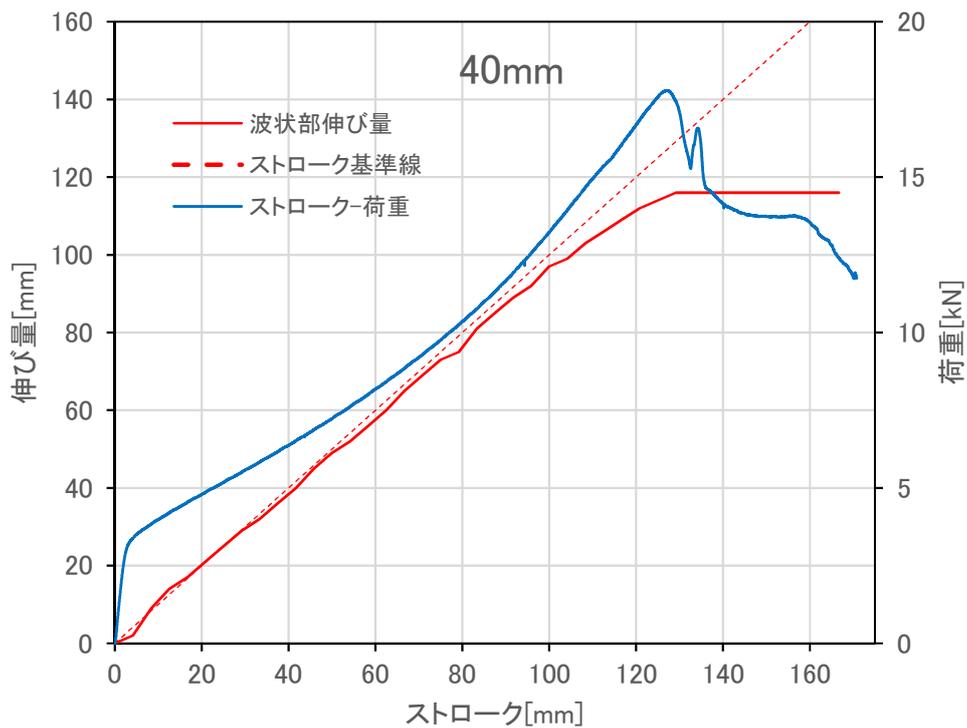


図5 ストローク-荷重線図 (40mm)

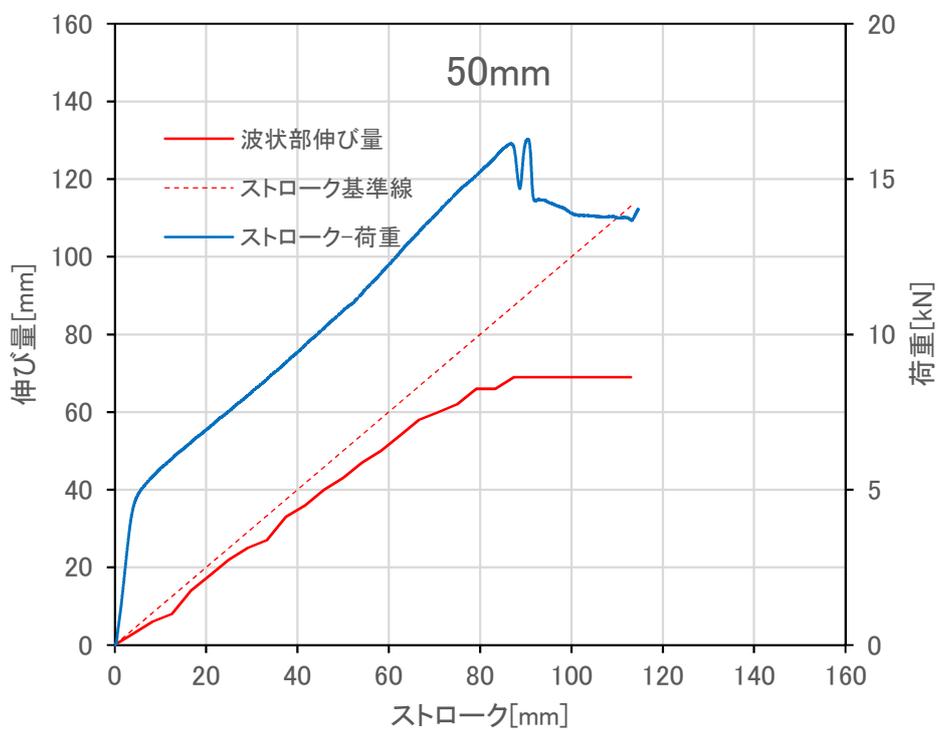


図6 ストローク-荷重線図 (50mm)



写真2 波状部（左：試験前 右：試験後）

③試験 A 考察

③-1. 伸びの挙動

波状部の伸び曲線（赤実線）とストローク基準線（赤点線）の比較より、試験開始直後から伸びのピーク時の区間は、継手の伸びよりも波状部の伸びが優先される。その後波状部の伸びが止まり、継手が伸びる挙動を各呼び径で確認した。

波状部の伸び量増加に伴い、荷重も増加するが、波状部の伸びのピークと荷重のピークがほぼ一致することを確認した。

② -2. 変位吸収力

地震等で生じる地盤変位に対する管路の変位吸収力を数値化するため、漏れまでの伸び量の割合（ひずみ率）を算出した。計算式および結果を表 2 に示す。

$$\text{計算式： ひずみ[\%] = (伸び量[\text{mm}] / \text{配管基準長}[\text{mm}]) \times 100[\%]$$

表 2 漏れまでのひずみ算出結果

呼び径	最大荷重 (kN)	試験前の 配管基準長 (mm) : A	引張量 (mm) : B	波状部 伸び量 (mm) : C	ひずみ	
					全体 B/A	波状部 C/A
20	17.4	475	163	78	34%	16%
25	13.7	475	132	73	28%	15%
30	16.4	470	126	71	27%	15%
40	17.8	460	171	116	37%	25%
50	16.3	460	115	69	25%	15%

配管基準長は JWWA G119 より l_2 寸法を適用した。

算出結果より、管軸方向の負荷に対し波状部で 15% の変位吸収力があることが確認された。このひずみは、水道用ポリエチレン二層管 1 種の降伏ひずみが 15~17%、水道配水用ポリエチレン管（HPPE 管）の降伏ひずみが 8~10% とされていることから、同等以上の変位吸収力と言える。これに継手の伸縮性能を加味するとさらに余裕代（最大 25% まで）があると考えられる。

B. フレキシブル継手の引張試験

試験品

給水配管用フレキシブル継手

- | | | | |
|--------------------|-----|--------------------|-----|
| ・ 20Su×300L (フレキ長) | 3 本 | ・ 25Su×300L (フレキ長) | 3 本 |
| ・ 30Su×300L (フレキ長) | 3 本 | ・ 40Su×300L (フレキ長) | 3 本 |
| ・ 50Su×300L (フレキ長) | 3 本 | | |



写真 3 試験品 20Su



写真 4 試験品 50Su

①試験方法

引張試験機に無圧状態で取り付け、**25mm/分**の速度で引張り、フレキ長の**20%**の引張を行い、試験機から取り外し水圧にて耐圧試験 (**1.75MPa**) を行い、漏れの有無を確認する。

引張試験の際には、引張荷重も同時に計測する。



写真 5 引張試験風景

②試験結果

◆20Su

表 3 引張試験及び耐圧試験結果 (20Su)

No.	試験前	引張試験			耐圧試験	
	フレキ長	ストローク	最大荷重	損傷・異常等	試験圧力	漏れ・異常等
20_1	300mm	60mm	7.7kN	特になし	1.75MPa	特になし
20_2	300mm	60mm	7.7kN	特になし	1.75MPa	特になし
20_3	300mm	60mm	7.8kN	特になし	1.75MPa	特になし

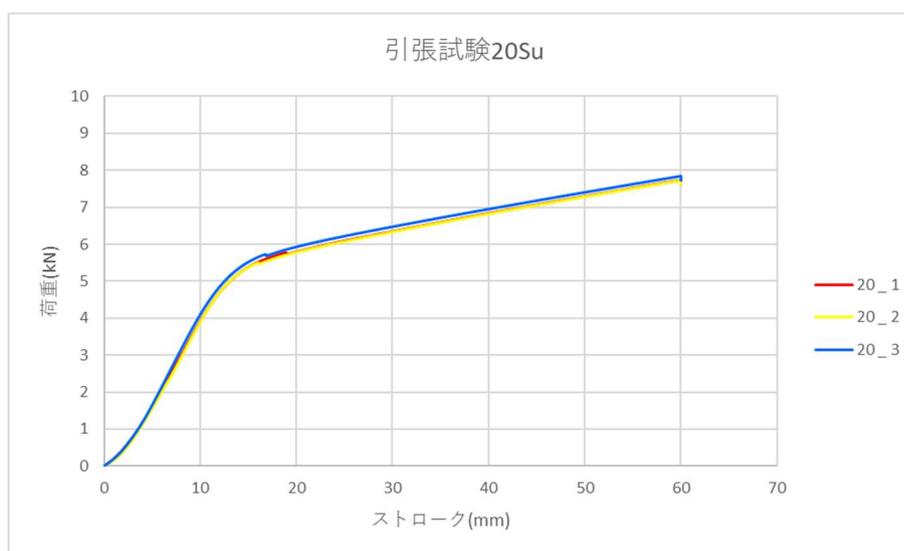


図 7 引張試験荷重—ストローク線図 (20Su)



写真 6 引張試験後状況 (20Su)



写真 7 耐圧試験状況 (20_1)

◆25Su

表 4 引張試験及び耐圧試験結果 (25Su)

No.	試験前	引張試験			耐圧試験	
	フレキ長	ストローク	最大荷重	損傷・異常等	試験圧力	漏れ・異常等
25_1	300mm	60mm	8.6kN	特になし	1.75MPa	特になし
25_2	300mm	60mm	8.5kN	特になし	1.75MPa	特になし
25_3	300mm	60mm	8.6kN	特になし	1.75MPa	特になし

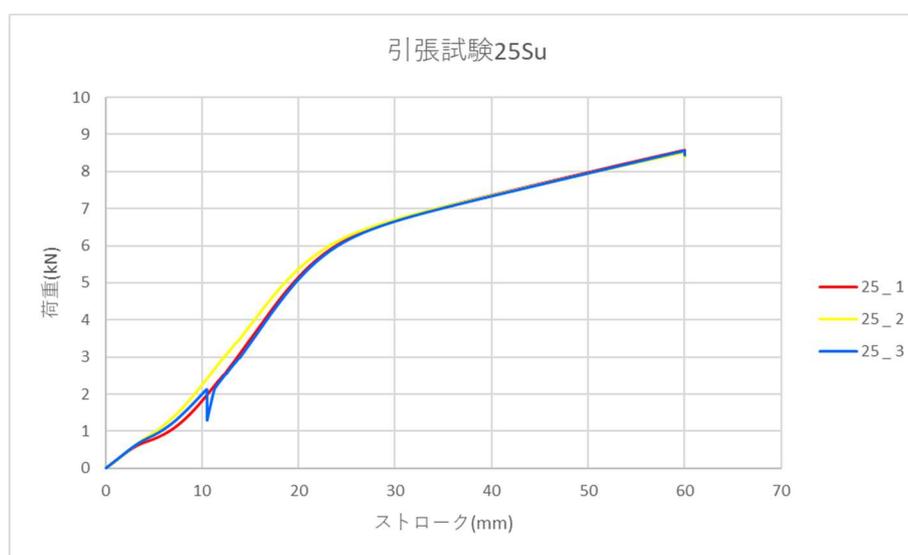


図 8 引張試験荷重—ストローク線図 (25Su)



写真 8 引張試験後状況 (25Su)



写真 9 耐圧試験状況 (25_1)

◆30Su

表 5 引張試験及び耐圧試験結果 (30Su)

No.	試験前	引張試験			耐圧試験	
	フレキ長	ストローク	最大荷重	損傷・異常等	試験圧力	漏れ・異常等
30_1	300mm	60mm	12.6kN	特になし	1.75MPa	特になし
30_2	300mm	60mm	12.8kN	特になし	1.75MPa	特になし
30_3	300mm	60mm	12.8kN	特になし	1.75MPa	特になし

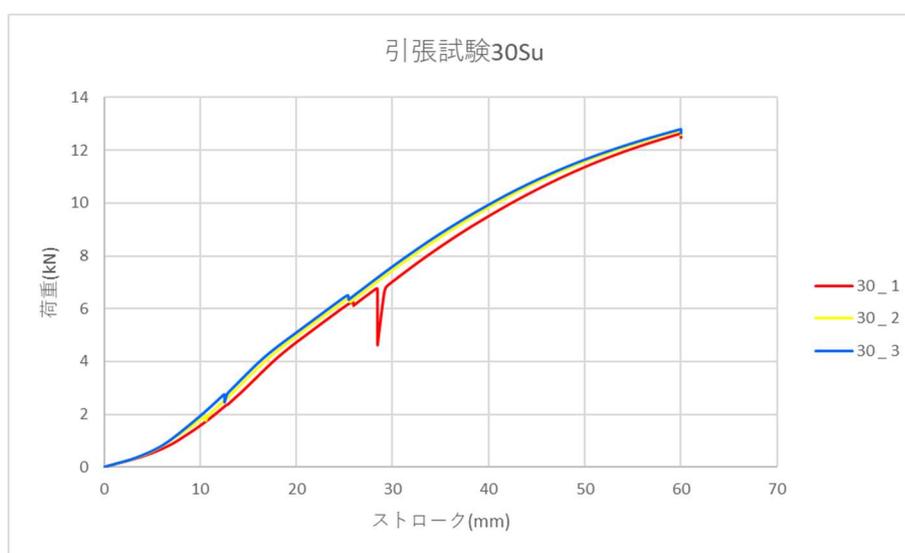


図 9 引張試験荷重—ストローク線図 (30Su)



写真 10 引張試験後状況 (30Su)



写真 11 耐圧試験状況 (30_1)

◆40Su

表 6 引張試験及び耐圧試験結果 (40Su)

No.	試験前	引張試験			耐圧試験	
	フレキ長	ストローク	最大荷重	損傷・異常等	試験圧力	漏れ・異常等
40_1	300mm	60mm	23.3kN	特になし	1.75MPa	特になし
40_2	300mm	60mm	23.1kN	特になし	1.75MPa	特になし
40_3	300mm	60mm	25.1kN	特になし	1.75MPa	特になし

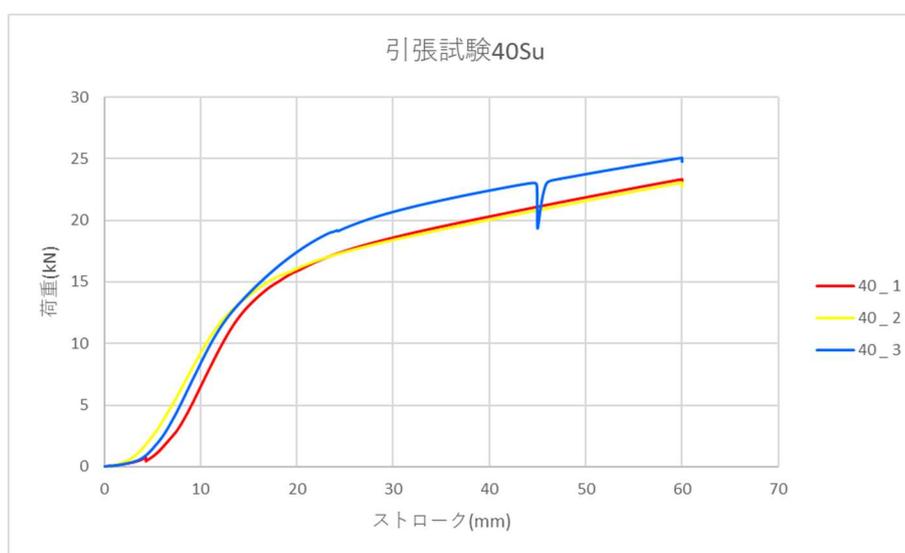


図 10 引張試験荷重—ストローク線図 (40Su)



写真 12 引張試験後状況 (40Su)



写真 13 耐圧試験状況 (40_1)

◆50Su

表 7 引張試験及び耐圧試験結果 (50Su)

No.	試験前	引張試験			耐圧試験	
	フレキ長	ストローク	最大荷重	損傷・異常等	試験圧力	漏れ・異常等
50_1	300mm	60mm	19.2kN	特になし	1.75MPa	特になし
50_2	300mm	60mm	20.0kN	特になし	1.75MPa	特になし
50_3	300mm	60mm	19.8kN	特になし	1.75MPa	特になし

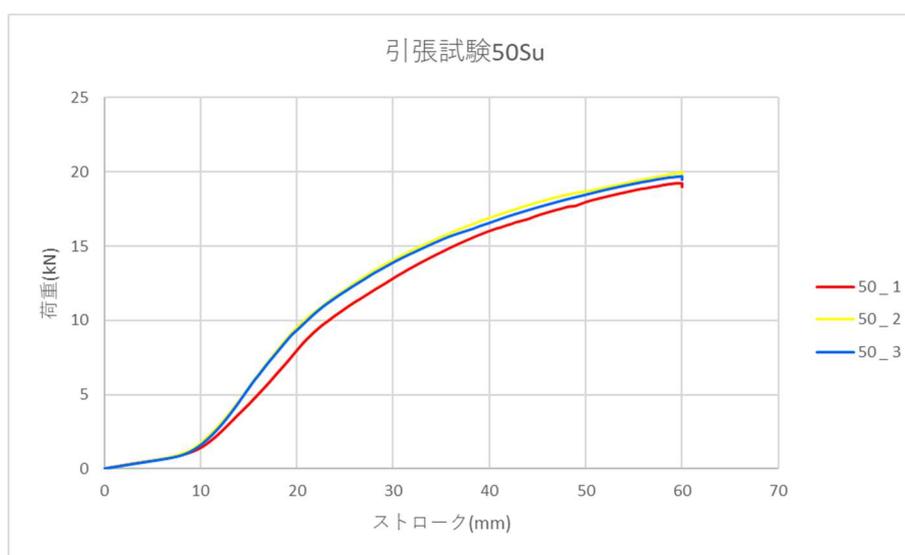


図 11 引張試験荷重—ストローク線図 (50Su)



写真 14 引張試験後状況 (50Su)



写真 15 耐圧試験状況 (50_1)

③ 試験 B 考察

上記試験結果より、フレキシブル継手は各口径において、20%の引張変位を与えても、外面保護を目的とした熱伸縮チューブ（EPDM）の抜けは見られたが、ブレード（網状部分）の破断もなく、また耐圧試験において漏れ等の異常もみられなかった。

よってフレキシブル継手は 20%伸びの変位を与えても、給水性能を維持していると判断できる。

4. 「水道施設耐震工法指針・解説 2009」抜粋

（公社）日本水道協会発行の「水道施設耐震工法指針・解説 2009」では、地震対策としての給水装置の構造材質は以下としている。

4.2.5.2 給水装置の構造及び材質

地震対策としての給水装置の構造材質は、水道法等関係規程の定めによるほか、耐震性を考慮する。

1. 給水管の選定に当たっては、伸縮可撓性に富んだ材質のものを使用するほか、剛性の高い材質の場合は、管路の適切な箇所に伸縮可撓性のある継手を使用する。
2. 分岐部や埋設深度の変化する部分及び建物内の配管との接続部などにも、伸縮可撓性のある管や継手を使用することが望ましい。
3. 給水装置には、容易に開閉できる止水栓を設ける。
4. 使用材料は、規格品又はこれと同等以上のものを設置条件に応じ使用することが望ましい。

出典：公益社団法人 日本水道協会「水道施設耐震工法指針・解説 2009」

{説明} では、1. の給水管の管種の中にはステンレス管が入り、2. の分岐部や埋設震度の変化する部分などでは、伸縮可とう継手やフレキシブル継手の使用などで可とう性をもたせるとしている。

4. の規格品の使用は、都市間での災害時の復旧支援においても対応を容易にするとしている。

5. まとめ

試験 A の結果より、ステンレス波状管と伸縮可とう継手の組み合わせは、管軸方向の負荷に対し波状部で 15%の変位吸収力があることが確認された。このひずみは、水道用ポリエチレン二層管 1 種の降伏ひずみが 15~17%、水道配水用ポリエチレン管（高密度管）の降伏ひずみが 8~10%とされていることから、ポリエチレン管と同等以上の変位吸収力と考えられる。

また、試験 B より、フレキシブル継手単体としても 20%の変位吸収力があり、ステンレス波状管と伸縮可とう継手にフレキシブル継手を組み合わせることにより、管軸方向では十分な変位吸収力があると考えられる。

以上

兼工業株式会社

株式会社キッツ

栗本商事株式会社

株式会社光明製作所

株式会社タブチ

株式会社日邦バルブ

前澤給装工業株式会社

前田バルブ工業株式会社

株式会社昭和螺旋管製作所

株式会社テクノフレックス

名古屋バルブ工業株式会社

新興弁栓株式会社

WSA 給水システム協会

〒152-0004 東京都目黒区鷹番2丁目14番4号
前澤給装工業株式会社 内
電話 03-3716-1519
FAX 03-3716-2304