

耐震管による既設管更新の施工報告

Construction report of replacement of aged pipes with earthquake and subsidence resistant joints

下保哲二* 山本吉彦* 吉田義徳*
Tetsuji Shitabo, Yoshihiko Yamamoto, Yoshinori Yoshida

平成16年6月に「水道ビジョン」が厚生労働省より策定され、施策目標として基幹管路の耐震化率100%の実現が挙げられており、管路の耐震化はこれまで以上に重要な課題として位置付けられるようになった。

一方、老朽化した既設管の更新事業が進められているが、開削工法による更新が困難な既設管の残存が問題となっている。

一般的に交通事情等のため開削工法により更新できない場合には、既設管をさや管として新管を挿入するパイプインパイプ工法による更新が行なわれている。

このパイプインパイプ工法には、通常PⅡ形管という耐震継手を使用されているが、これは最高ランクの耐震性能を有するS形管と比較すると離脱防止力が1/2しかなく、圧縮代を持たない構造になっている。

そのために、同じ路線であっても開削工法による更新区間と非開削工法による更新区間では、耐震性能に差が生じており、S形管の圧縮代を確保した状態で既設管内に挿入でき、地震時には継手の伸縮を妨げない工法の開発が課題であった。そこで、当社が開発したEPS工法(さや管内配管工法)¹⁾を応用して、S形管を既設管内に挿入する工法を開発した。本稿では、EPS工法を用いたS形管パイプインパイプ工法の初施工結果について報告する。

The Ministry of Health, Labor and Welfare crafted a "Water Service Vision" in June 2004 that specified earthquake and subsidence resistant joints rate of 100% for main lines as a target, making of pipelines earthquake-proofing a more important subject than before.

In the meantime, water utilities have pressed forward with pipe replacement via public works. Nevertheless, aged pipe for which replacement by the open-cut method is difficult remains a problem.

Generally, if it is not possible to replace piping by the open-cut method because of traffic conditions, pipe is replaced by the insertion method in which new pipe is inserted into aged pipe that acts as a casing.

The earthquake and subsidence resistant joints usually used with the insertion method is a PⅡ joint. A PⅡ joint is built without compression allowance, and delivers a restraining force that is half that of an S joint, which has the highest level of earthquake and subsidence resistant joints performance.

A difference in earthquake and subsidence resistant joints performance was noted between pipe sections along the same route replaced by the open-cut method and other methods. Therefore, an S joint is inserted into aged pipe with a certain compression allowance secured. The problem was to develop a pipe replacement method that did not disturb the expansion of joints in an earthquake. A new method was developed by our company to solve this problem. It inserts an S joint into aged pipe by EPS (pipeline construction method by the insertion of earthquake and subsidence resistant joints). This paper reports the first construction results of this S joint insertion method by EPS.

1. はじめに

本工事は大阪市水道局殿において、昭和9年に埋設された27インチ鉄管の老朽化に伴う更新工事である。既設管は此花区の北港通り下に埋設されており、工事区間は国道43号線梅香交差点を横断するため、交通を遮断することは不可能であり、非開削工法を選定せざるを得ない状況であった。

非開削部の既設管更新には、一般的にPⅡ形管という耐震継手を使用されている。PⅡ形管の継手性能を最高レベルの耐震性を有するS形管と比較すると、①離脱防

止性能はS形管の1/2である、②圧縮代を持たない、という点でS形管には及ばないといえる。本工事区間の前後管路は、開削工法によりS形管に更新されており、全ての区間をS形管により更新したいという大阪市水道局殿の意向に沿うように検討を行なった。その結果、φ500 S形管を27インチ既設管内にパイプインパイプ工法(以下、PIP工法)により挿入できるように、EPS工法(さや管内配管工法)を応用した工法を考案し、同市ご検討の結果、本工法が採用された。以下に本工事の工事概要を報告する。

* 鉄管事業部 鉄管研究部

2. 工事概要

工 事 件 名：北部幹線・島屋枝線686mm その他配水管
改良工事

発 注 者：大阪市水道局殿

既 設 管：27インチ鋳鉄管(内径：686mm)

挿入延長：L=約95m

新 設 管：φ500 S形管 PIP工法用EPS工法仕様
(管長L = 6m)

既設管線形：直線、レベル(一部、蛇行あり)

図1に既設管路を示す。

3. EPS工法について

3.1 EPS工法の概要

伸び・縮みの両方向に伸縮代を持つS形管をそのままの状態で既設管内に挿入すると、挿入力によりS形管の圧縮代が縮まってしまう、十分な耐震性を発揮できない結果となる。本工法は図2に示すようにEPS (Expanded Polystyrene、発泡ポリスチレン) により圧縮代を確保した状態で挿入し、地震などにより大きな圧縮力が継手に

作用するとEPSが圧壊して、継手の伸縮を許容するものである。

3.2 EPS工法の構造

EPS工法は①サドルバンド、②EPSリング、③保護リング、④溶接突起から構成される。挿入力は挿し口よりサドルバンド、EPSリング、保護リングを介して次の管のボルトナットに伝達される構造である。

本工事では、既設管内径：686mm内に最大外径：652mmのS形管を挿入する狭小な断面のため、図3に示すようにサドルバンドの分割部をソリ形式とし、ソリ部で管を支持する方式とした。

4. 既設管内調査

PIP工法の実施にあたり、新管の通過性の検討および挿入可能な新管管長の決定のために、事前に既設管の管内調査を実施する必要がある。

既設管内は事前にスクレーパにより清掃されていたが、図4に示すように錆が完全に除去されていない状況であった。

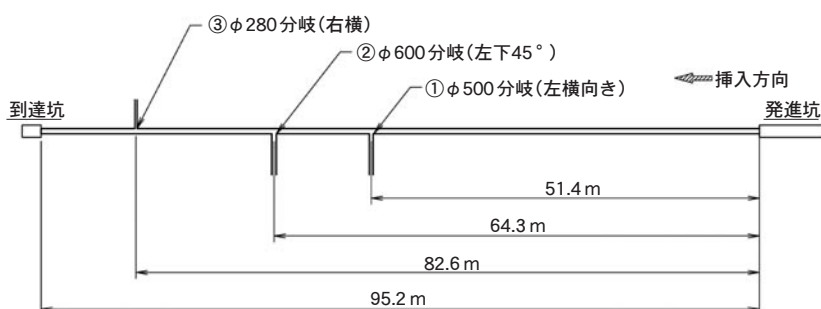


図1 既設管路
Fig.1 Aged pipeline

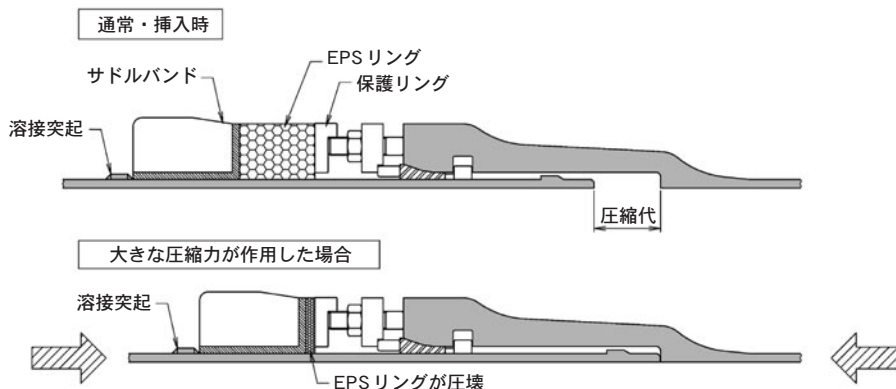
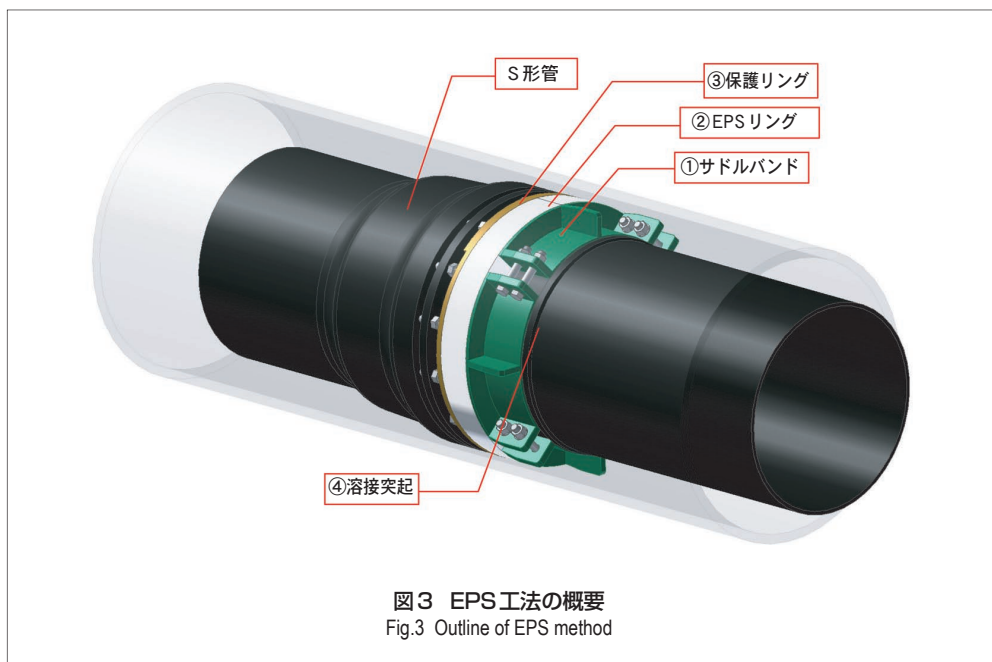


図2 EPS工法の伸縮機構
Fig.2 Flexible mechanism of EPS method



4.1 既設管内調査方法

調査項目を以下に示す。

- ・継手胴付間隔(円周上4点、直尺による。)
- ・管内径(円周上4点、バーゲージによる。)

既設管の継手部内面が錆に覆われている場合には、測定部の錆を除去後に測定を実施した。

4.2 調査結果

1) 継手胴付間隔

円周上4点において測定した継手胴付間隔の測定結果より、継手の水平屈曲角および垂直屈曲角を求めた。

最終的に水平、垂直屈曲角から合成角を算出して継手屈曲角度とした。継手屈曲角度の算出結果を図5に示す。

既設管は、継手NO.15-16において最大2.0° 屈曲していた。なお、継手NO. は発進坑側からNO.1とした。

2) 管内径

管内径は継手部近傍の円周上4点で測定した。図6に測定結果を示す。

27インチ管の基準内径:686mmよりも小さくなっている箇所が多く、錆残留の影響と思われる。

4.3 挿入検討

既設管継手屈曲角度および既設管内径より、既設管内にS形管(L = 6 m管)の挿入の可否を検討した。

1) 継手屈曲角度

ダクトイル管のPIP工法と同様に、既設管内の新管通

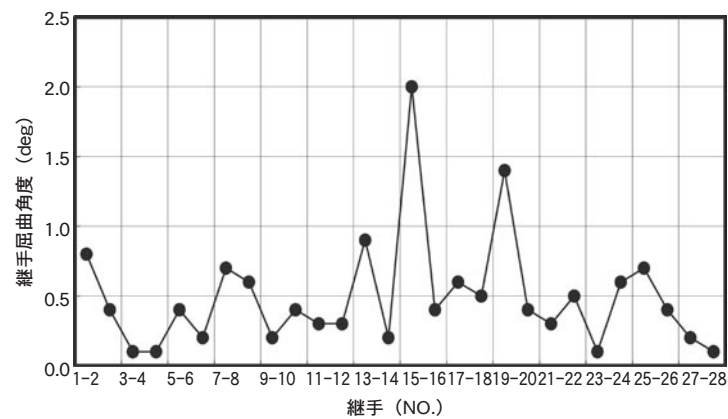


図5 継手屈曲角度
Fig.5 joint angle

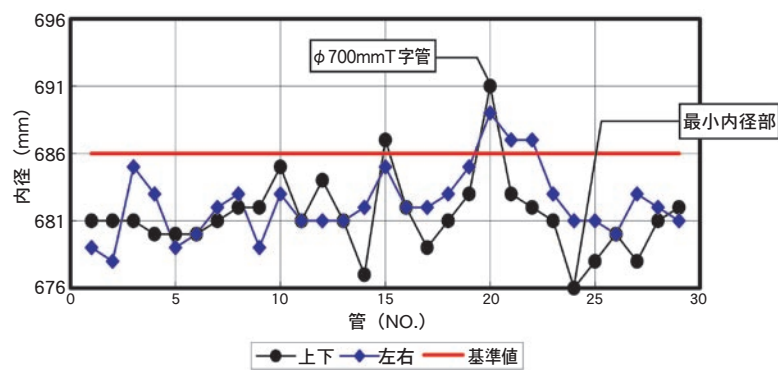


図6 管内径測定結果
Fig.6 Diameter measurement result of within pipe

表1 S形管の通過検討結果
Table 1 The passage examination result of S-type joint

モデル名	モデル形状	S 形管 (L = 6 m 管) が 通過可能な既設管の 最大屈曲角度 θ	既設管最大屈曲角度 実測値
モデル I		3.1°	2.0°
モデル II		2.5°	

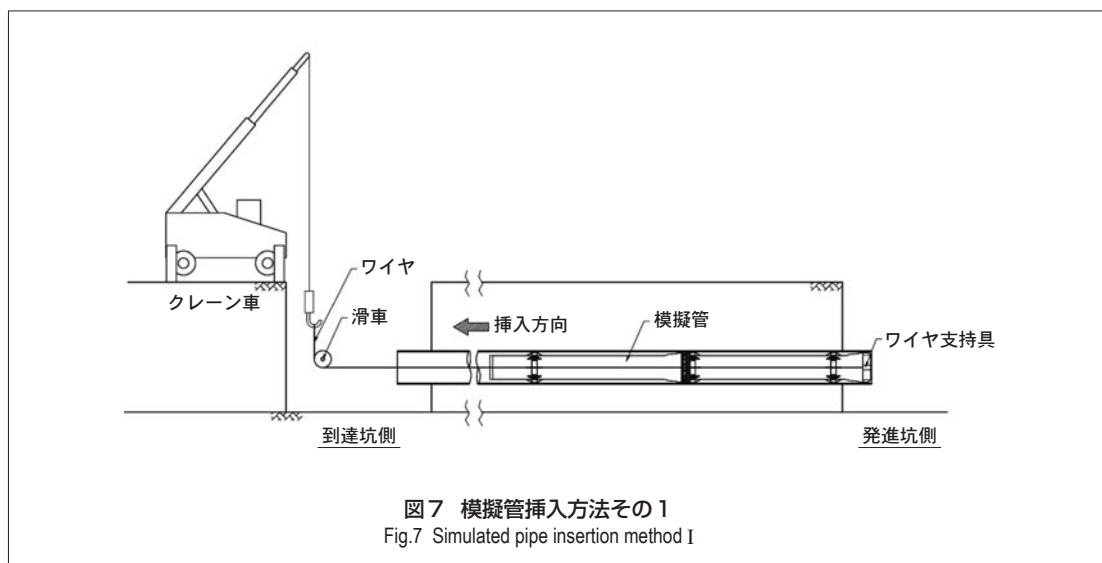


図7 模擬管挿入方法その1
Fig.7 Simulated pipe insertion method I

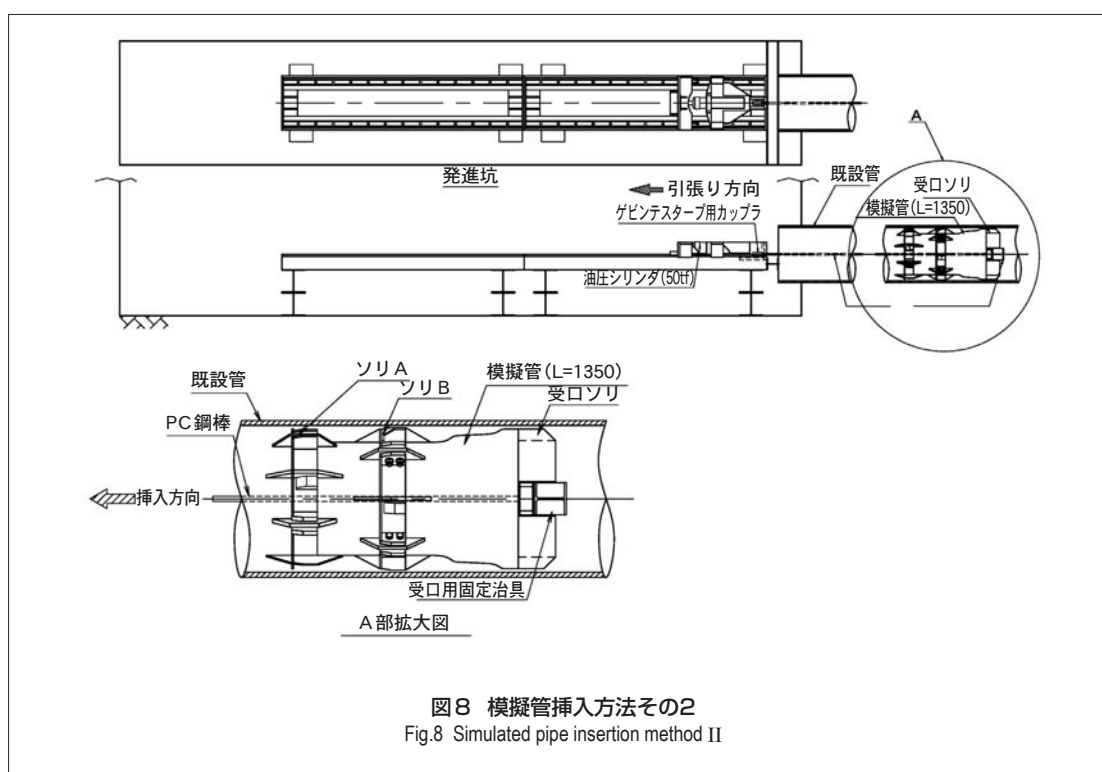


図8 模擬管挿入方法その2
Fig.8 Simulated pipe insertion method II

過モデルを想定し、各モデルについてS形管(L = 6 m 管)が通過可能な最大屈曲角度 θ を求めた。

表1に想定したモデルと既設管屈曲角度の計算結果を示す。これより、両方のモデルを満足する既設管最大屈曲角度は $\theta = 2.5^\circ$ となった。

前項の実測値と比較すると、通過可能な屈曲角度 $\theta = 2.5^\circ$ に対して、実測値は 2.0° で下回っているため、挿入可能であることが分かった。

2) 管内径

前項図 6 より、内径の最小値は管 NO.24 の $D_{\text{上下}} = 676\text{mm}$ であった。これは $\phi 500$ S 形管に取り付けるサドルバンドの最大外径：668mm よりも大きいため、挿入可能であることが分かった。

5. 模擬管插入

管内調査結果に基づき、挿入の可否を検討して挿入可能なことが分かったが、施工に万全を期すために事前に模擬管を挿入し、挿入の可否を再確認した。

5.1 ワイヤによる模擬管挿入

当初、ワイヤを用いて図7に示す方法で模擬管を挿入したが、想定した値以上に引張り力が作用し、滑車などが危険になったので挿入を中止した。作用した最大引張り力は30kNであった。

これは既設管継手部に残存していた錆こぶにより、模擬管が引っ掛かったことが原因と考えられ、大きな引張

り力に耐える模擬管挿入方法により、再び模擬管の挿入を行なうことになった。

5.2 PC鋼棒による模擬管挿入

ワイヤによる挿入方法では、模擬管を挿入できなかったため、より大きな引張り力でも耐えるように、図8に示すようにPC鋼棒により模擬管を挿入した。

従来であれば、発進坑側から模擬管を挿入するのであるが、到達坑の開口長さが1.5m程度であったので、挿入用架台を発進坑内に据え付け、到達坑側より模擬管を既設管内に引張り込む方法とした。

模擬管には、既設管継手部の錆こぶをできるだけ除去するように、ソリを多数取り付けた。

この挿入方法では、問題なく模擬管が既設管内を通過することを確認した。また、最大挿入力はT字管部の段差で生じた70.7kNであった。

6. S形管挿入工

6.1 概要

平成16年1月8日～11日（夜間施工）の4日間で挿入用架台設置、挿入工、挿入用架台撤去工まで完了した。

図9に挿入用架台設置図を示す。

既設管のφ600 T字管分岐部は図10に示すように分岐管が斜め下方向に向いており、管が分岐部に落ち込み、挿入不能になる可能性があった。

そこで、先頭管や継手部が落ち込まないように、分岐部を通過する管にはサドルバンドを追加して取り付け、既存のサドルバンドが分岐部を通過している時にも、継手が屈曲しないような構造とした。（図11）

6.2 施工結果

挿入工は懸念されていたT字管分岐部も問題なく通過

し、短工期で完了した。サドルバンドの取付け状況を図12に示し、挿入状況を図13に示す。

1) 挿入力

図14に挿入力測定結果を示す。

挿入力はEPSリングの耐荷力を十分に下回っており、設計値より低い値であった。設計値には、インチ管とミリ管との段差で生じる段差抵抗力を考慮していたが、測定結果には、段差による挿入力の増加は認められなかった。

挿入力測定結果は模擬管挿入時の挿入力よりも低い値となっているが、模擬管は到達坑→発進坑の反対方向の挿入であり、影響を受ける段差に違いがあったものと考えられる。

2) 継手胴付間隔

挿入工完了後に最後管の継手胴付間隔を測定し、EPS工法により規定の間隔を確保できているかどうかを確認した。

最後管の継手胴付間隔は、表2に示すように管理値内に収まっており、EPS工法により規定の胴付間隔を確保した状態で挿入できたことを確認した。

また、測定した継手は、最も大きな挿入力が作用する箇所であるので、これより到達坑側に位置する継手部に作用する挿入力は小さくなる。そこで、最後管の継手胴付間隔が確保できていれば、他の継手でもEPSが圧縮されるような力は作用していないので、胴付間隔も確保できていると考えた。

3) 施工サイクルタイム

施工サイクルタイムは、管の吊り下ろし、継手接合、サドルバンド類の取り付け、挿入工を1サイクルとして測定した。1サイクルの施工時間の平均値は30.2分であった。土被りが浅く、立坑内への管投入時間が短かったことと、挿入用架台の効果によりスピーディーな施工が行えた。

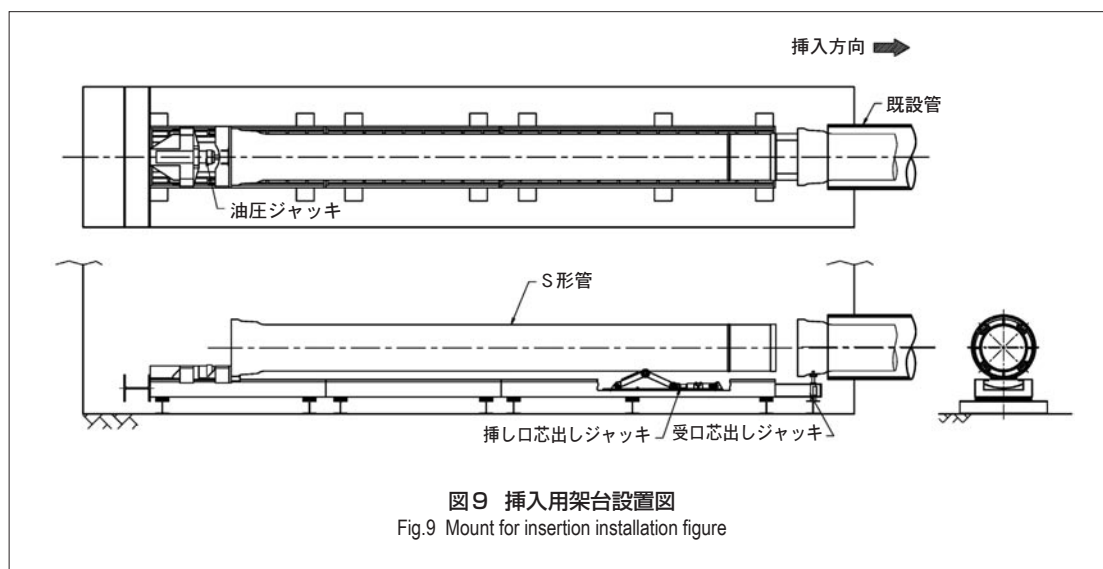


図9 挿入用架台設置図

Fig.9 Mount for insertion installation figure



図10 分岐部の状況
Fig.10 Situation of a branch part

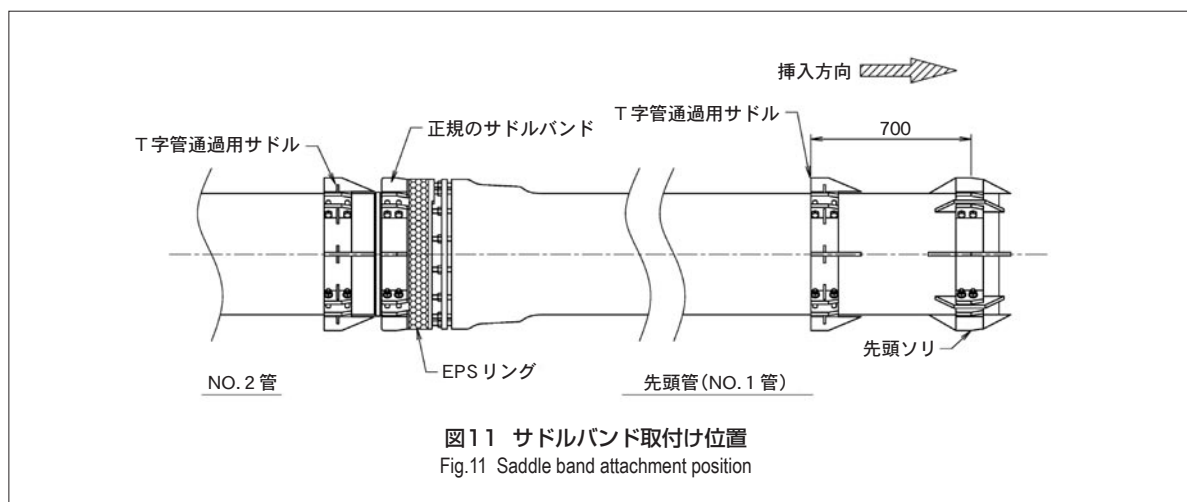


図11 サドルバンド取付け位置
Fig.11 Saddle band attachment position



図12 サドルバンドの取付け状況
Fig.12 Attachment situation of a saddle band



図13 挿入状況
Fig.13 Insertion situation

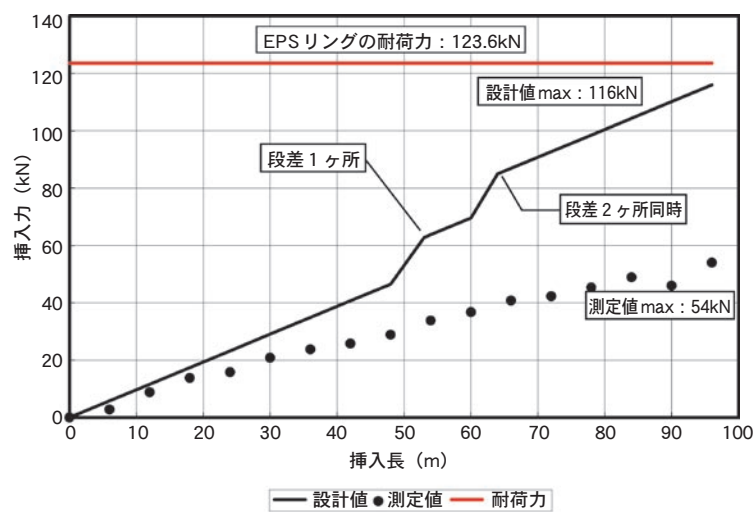
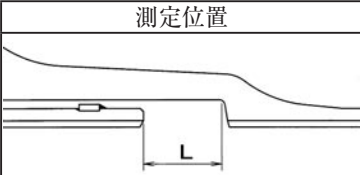


図14 挿入力測定結果
Fig.14 Measurement result of insertion force

表2 継手胴付間隔測定結果
Table 2 measurement result of joint gap

単位：mm

測定位置	上	右	左	下	平均値
	79	76	75	80	78

注) 管理値は 75 ± 5mm とする。

7. おわりに

EPS工法によるS形管パイプインパイプの初施工であり、既設管に分岐が存在するなど条件的に難しい工事ではあったが、これまでの知見の集約により問題なく施工完了できた。

これまででは、新設管を対象としたさや管内配管工法を中心に開発してきた。しかし、既設管の更新需要も多く見込まれることから、今後は耐震管による更新工法の開発も行いたい所存である。

なお、水道ビジョン達成に向けて、これからも水道管路の耐震化は積極的に進められるであろう。本報告が今後の水道管路の耐震化の一助となれば幸いである。

謝辞

本工事の施工にあたり、ご指導、ご協力いただいた大阪市水道局殿をはじめ、関係各位に厚く感謝の意を表します。

参考文献

1) 山本吉彦、下保哲二；耐震管用さや管内配管工法の開発、クリモト技報No.50、pp40-51、2004.3

執筆者

下保哲二

Tetsuji Shitabo

平成4年入社

ダクタイル管の研究・開発に従事



山本吉彦

Yoshihiko Yamamoto

昭和59年入社

ダクタイル管の研究・開発に従事



吉田義徳

Yoshinori Yoshida

平成3年入社

ダクタイル管の研究・開発に従事

