

I . 概 要

1. 審査証明対象技術

〈依頼者〉 栗本建材株式会社
株式会社信明産業
株式会社サンリツ

〈技術の名称〉 プレートロック工法
(地震時既設人孔目地部ずれ抑制工法)

〈技術の概要〉 プレートロック工法は、ずれ対策のないマンホール側塊の内面目地部に非開削にてゴム被覆されたステンレス製のプレート(以下、「プレート」という)をアンカーで固定する。これにより、地震動によるマンホール側塊の横ずれを抑制し、マンホール内へ土砂等の流入抑制も期待できる技術である。

〈適用範囲〉 適用形状：現場打ちマンホール
円形マンホール側塊の直壁および斜壁の内面目地部
マンホール側塊形状：内径900 mm・1200 mm・1500 mm
設置箇所：マンホール側塊間の内面目地部
マンホール側塊と床版の内面目地部
マンホール側塊と現場打ちマンホールの内面目地部
設置目地位置：GL-5 m以内

2. 開発の趣旨(要約)

過去の地震被害例としては、ずれ対策のない既設マンホールにおいて地震動により横ずれが発生し、内部に地下水や土砂が流入することによる流下機能の阻害や道路陥没等を誘発する被害が見られた。

しかしながら、既存のマンホールの布設替えや補強による耐震化は、車両交通や住民生活および経済面等の理由により遅れている。

本工法は、ずれ対策のない既設マンホール側塊の内面目地部にゴム被覆されたステンレス製のプレートを非開削にて容易に設置でき、レベル2相当の地震時においても横ずれを抑制し、マンホール内への土砂流入抑制を期待できる工法として開発した。

3. 開発目標

本技術の開発目標は、次に示すとおりである。

(1) 施工性

マンホールふた呼び600の開口部から使用資機材が搬入でき、マンホール内で施工できること。

(2) 耐震性(水平耐力試験)

本工法は、レベル2地震動相当の水平力に対し、次の性能を有すること。

①マンホール側塊間の水平変位量が5 mm以下

②施工した構成部材に外観異常が見られない。

(3) 物性

本工法の主要材料は、次の物性を有すること。

①プレートを構成するステンレス板は、「JIS G 4304 : 2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定する化学成分および機械的性質を有する。

②プレートを構成するゴムは、「JIS K 6353 : 2011 水道用ゴム」(Ⅲ類)に規定する物性を有する。

4. 審査証明の方法

審査証明は、依頼者から提出のあった審査証明依頼書、性能確認試験、技術資料および現地確認によって審査した。表-1に審査証明の方法を示す。

表-1 審査証明の方法

審査項目	開発目標	審査方法
(1) 施工性	マンホールふた呼び 600 の開口部から使用資機材が搬入でき、マンホール内で施工できること。	1) 地上に設置したマンホールふた呼び600の開口部から使用資機材が搬入でき、マンホール内で施工できることを立会試験により確認する。 2) プレートを取り付けためのスクリューアンカーの引張耐力が、1本あたり3.6 kN以上であることを確認する。
(2) 耐震性 (水平耐力試験)	本工法は、レベル2地震動相当の水平力に対し、次の性能を有すること。 ①マンホール側塊間の水平変位量が5mm以下 ②施工した構成部材に外観異常が見られない。	1) 模擬施設による試験確認 内径900 mmおよび1500 mmのマンホール側塊直壁、内径900 mmのマンホール側塊直壁と斜壁の内面に、本工法によるプレートを設置した試験体にレベル2地震動相当の水平荷重を与え、マンホール側塊間の水平変位量が5mm以下であることを確認する。 また、構成部材に外観異常が見られないことを確認する。

審査項目	開発目標	審査方法
(2) 耐震性 (水平耐力試験)		<p>2) FEM解析による確認</p> <p>模擬施設による耐震性試験のモデルでFEM解析を行い、試験結果とFEM解析値の比較により妥当性の確認を行う。</p> <p>内径1200 mmおよび内径1500 mmのマンホール側塊について、マンホール側塊目地位置GL-5 mにおけるレベル2地震動相当の水平荷重を与え水平変位量が5 mm以下であることをFEM解析により確認する。</p>
(3) 物性	<p>本工法の主要材料は、次の物性を有すること。</p> <p>①プレートを構成するステンレス板は、「JIS G 4304:2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定する化学成分および機械的性質を有する。</p> <p>②プレートを構成するゴムは、「JIS K 6353:2011 水道用ゴム」(Ⅲ類)に規定する物性を有する。</p>	<p>①プレートを構成するステンレス板は、「JIS G 4304:2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定する化学成分および機械的性質を有することを、公的機関の試験報告書により確認する。</p> <p>②プレートを構成するゴムは、「JIS K 6353:2011 水道用ゴム」(Ⅲ類)に規定する物性を有することを、公的機関の試験報告書により確認する。</p>

5. 審査証明の前提

- (1) 提出された資料には事実に反する記載がないものとする。
- (2) 本技術に使用する材料は、適正な品質管理のもとで製造されたものとする。
- (3) 本技術の施工は、施工マニュアル(付属資料-1, 45~51頁 参照)に従い、適正な施工管理のもとで行われるものとする。

6. 審査証明の範囲

審査証明は、依頼者から提出のあった開発目標に対して設定した審査方法により確認した範囲とする。

7. 審査の結果

審査の結果は、次に示すとおりである。

(1) 施工性

マンホールふた呼び600の開口部から使用資機材が搬入でき、マンホール内で施工できると認められる。

(2) 耐震性（水平耐力試験）

本工法は、レベル2地震動相当の水平力に対し、次の性能を有すると認められる。

- ①マンホール側塊間の水平変位量5mm以下
- ②施工した構成部材に外観異常が見られない。

(3) 物性

本工法の主要材料は、次の物性を有すると認められる。

- ①プレートを構成するステンレス板は、「JIS G 4304：2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定する化学成分および機械的性質を有する。
- ②プレートを構成するゴムは、「JIS K 6353：2011 水道用ゴム」（Ⅲ類）に規定する物性を有する。

8. 留意事項および付言

- (1) 本技術の施工にあたっては、作業前にマンホール内の酸素濃度・硫化水素濃度等の測定を行い、安全性を確認の上、作業を行うこと。
- (2) 本技術の施工にあたっては、粉塵等に対し防塵マスク着用等の安全対策を行うこと。
- (3) 本審査は設置目地位置5mにおける水平力で確認しており、マンホール側塊の設置深さや組み合わせ等による5m以浅でのプレートの設置枚数を検討する場合は別途協議すること。
- (4) 雨水が流入する下水道管路内で施工する場合は、「局地的な大雨に対する下水道管きょ内工事等 安全対策の手引き（案）」（平成20年10月）に基づいて安全管理計画を立て、施工計画書等に記載し、局地的な大雨に対する安全対策を施すものとする。
- (5) 本技術の施工にあたっては、**施工マニュアル（付属資料－1，45～51頁 参照）**に基づいた施工を行うこと。
- (6) 本技術は、事前のマンホール調査等（50頁 **表1** 参照）により、設置条件を満たしたものであることを確認してから施工すること。
- (7) 本工法でプレートを設置後、マンホールの改築更新等をする場合は、別途検討を行う。

9. 実績

実績については、**付属資料－2**（52頁）を参照のこと。

10. 審査証明の経緯

2017年3月7日に新規技術として審査証明した。

Ⅱ. 審査証明の詳細

1. 審査証明対象技術

1. 1 技術の概要

プレートロック工法は、ずれ対策のないマンホール側塊の内面目地部に非開削にてゴム被覆されたステンレス製のプレート（以下、「プレート」という）をアンカーで固定する。これにより、地震動によるマンホール側塊の横ずれを抑制し、マンホール内へ土砂等の流入抑制も期待できる技術である。

本工法の概要を図1-1に示す。



図1-1 プレートロック工法の概要

1. 1. 1 適用範囲

適用形状：現場打ちマンホール

円形マンホール側塊の直壁および斜壁の内面目地部

マンホール側塊形状：内径900 mm・1200 mm・1500 mm

設置箇所：マンホール側塊間の内面目地部

マンホール側塊と床版の内面目地部

マンホール側塊と現場打ちマンホールの内面目地部

設置目地位置：GL-5 m以内

1. 1. 2 使用材料

(1) プレート

本技術の主要材料であるプレートは、ステンレス板にゴム被覆した構造で、直壁の目地部に取り付けるフラットタイプと斜壁と直壁の目地部に取り付けるアングルタイプの2種類がある。プレートの形状および厚さは、強度、運搬性、施工性等の取り扱いを考慮して決定している。また、ステンレス板は、コンクリートと直接接触するため、スクリューアンカー打ち込み時におけるひび割れ防止のため、緩衝材としてゴムで被覆した。

ステンレス板は「JIS G 4304:2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」のSUS304の化学成分および機械的性質を有し、ゴムは「JIS K 6353:2011 水道用ゴム」(Ⅲ類)に規定する物性を有する。

プレートの写真を**写真1-1**、プレートの取り付け状況を**写真1-2**に示し、プレートの寸法図を**図1-2**、**3**に示す。また、ステンレス板の化学成分を**表1-1**、機械的性質を**表1-2**、ゴムの物性を**表1-3**に示す。

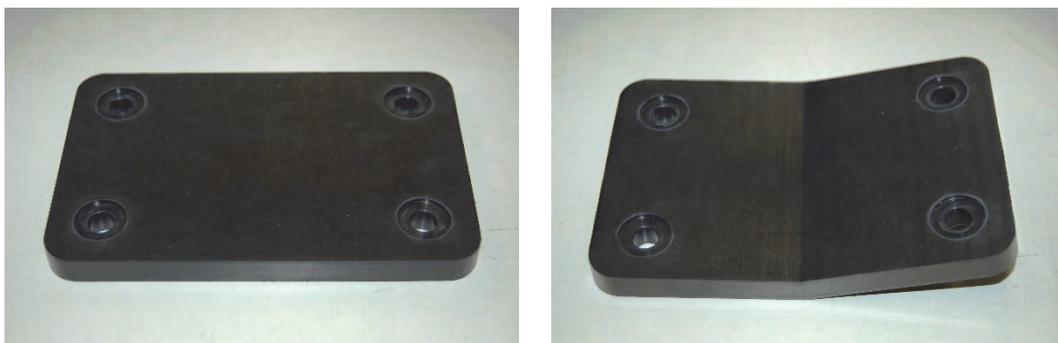


写真1-1 プレート (左:フラットタイプ 右:アングルタイプ)

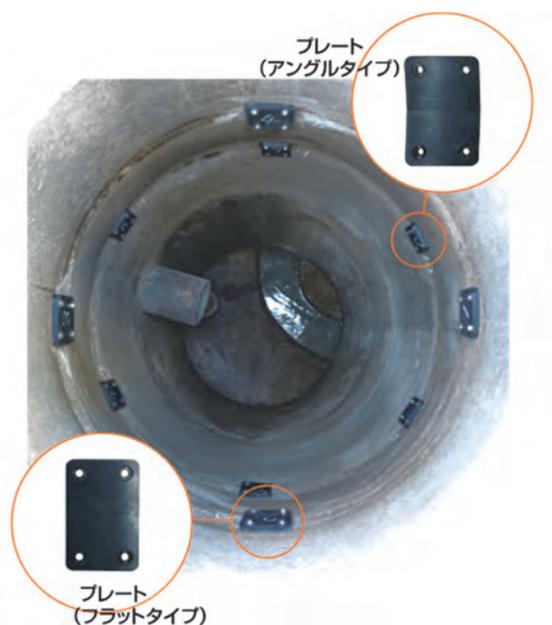


写真1-2 プレートの取り付け状況

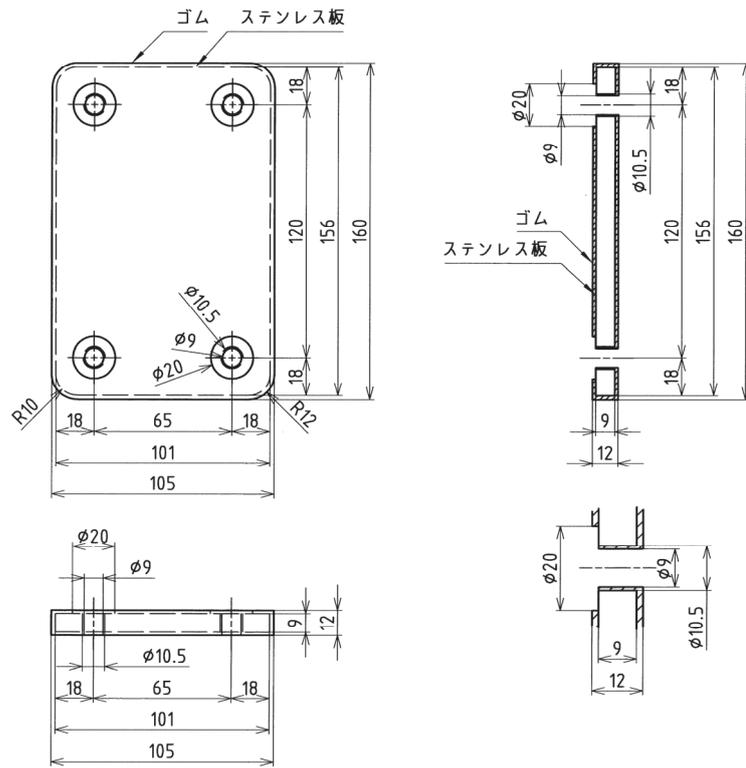


図 1-2 プレート寸法 (フラットタイプ)

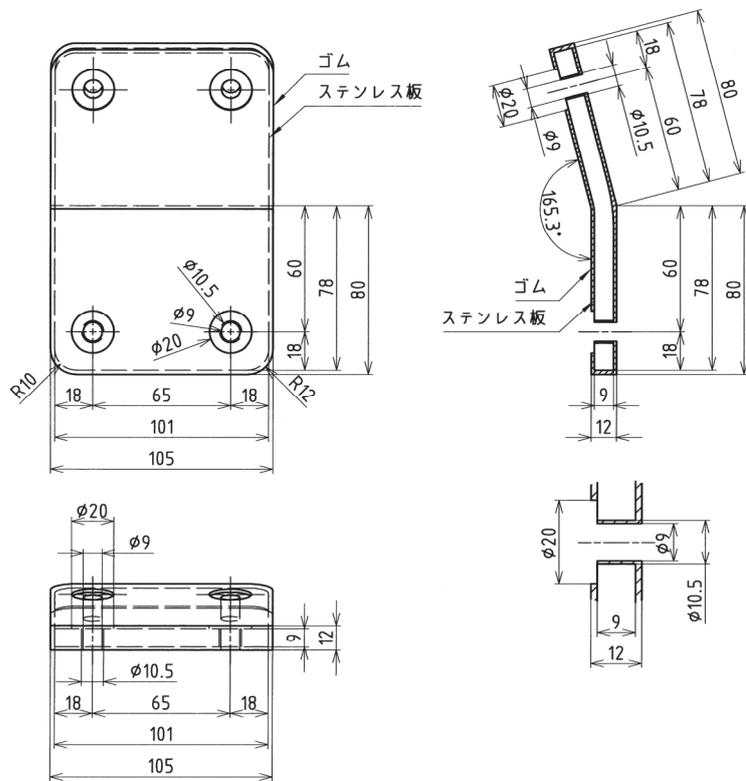


図 1-3 プレート寸法 (アングルタイプ)

表 1-1 ステンレス板 (SUS304) の化学成分

成分	単位	規格値
C (炭素)	wt%	0.08 以下
Si (ケイ素)	wt%	1.00 以下
Mn (マンガン)	wt%	2.00 以下
P (リン)	wt%	0.045 以下
S (硫黄)	wt%	0.030 以下
Ni (ニッケル)	wt%	8.00~10.50
Cr (クロム)	wt%	18.00~20.00

※規格値は、「JIS G 4304:2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」による。

表 1-2 ステンレス板 (SUS304) の機械的性質

項目	単位	規格値
耐力	N/mm ²	205 以上
引張強さ	N/mm ²	520 以上
伸び	%	40 以上
硬さ (HRBS)	—	90 以下

※規格値は、「JIS G 4304:2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」による。

表 1-3 ゴムの物性

項目	単位	規格値	
デュロメータ硬さ (タイプ A)	—	80±5	
引張試験	引張強さ	MPa	12 以上
	伸び	%	280 以上
老化試験	引張強さ変化率	%	-25 以内
	伸び変化率	%	-30~ +10 以内
	デュロメータ硬さ の変化 (タイプ A)	—	0~+5
圧縮永久ひずみ	%	30 以下	

※規格値は、「JIS K 6353:2011 水道用ゴム」による。

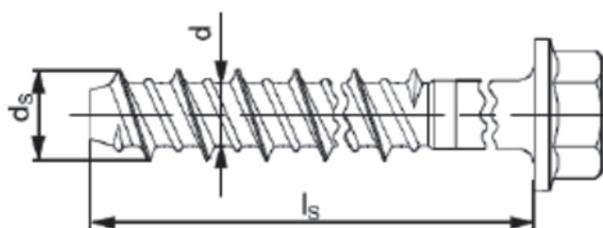
(2) スクリューアンカー

スクリューアンカーは、プレートをマンホールに固定する役割を果たす。スクリューアンカーは、HILTI社製の商品名HUS-HR 8X65 15/5/-を使用する。

スクリューアンカーの写真を写真1-3に示し、寸法図を図1-4に示す。また、スクリューアンカーの化学成分を表1-4、機械的性質を表1-5に示す。なお、材料証明書は、付属資料-3(53~55頁)を参照のこと。



写真1-3 スクリューアンカー



ls	ds	d
65 mm	10.1 mm	7.1 mm

図1-4 スクリューアンカー寸法

表1-4 スクリューアンカーの化学成分
(HUS-HR 8X65 15/5/- SUS316改良材)

成分	単位	規格値
C (炭素)	%	0.08 以下
Si (ケイ素)	%	1.00 以下
Mn (マンガン)	%	2.00 以下
P (リン)	%	0.045 以下
S (硫黄)	%	0.030 以下
Cr (クロム)	%	16.00~18.00
Mo (モリブデン)	%	2.00~3.00
Ni (ニッケル)	%	10.00~14.00
Cu (銅)	%	1.00 以下
N (窒素)	%	0.11 以下

※化学成分は、メーカー (HILTI) 規格による。

表 1-5 スクリューアンカー (HUS-HR 8X65 15/5/-) の機械的性質

項目	単位	規格値
引張荷重	kN	-
基準引張荷重	kN	-
最大引張耐力	N/mm ²	870 以上

※機械的性質は、メーカー (HILTI) 規格による。

(3) プレートの取り付け枚数

プレートの取り付け枚数は、マンホール側塊形状により異なる。

プレートの取り付け状況を図 1-5 に示し、プレートの取り付け枚数を表 1-6 に示す。

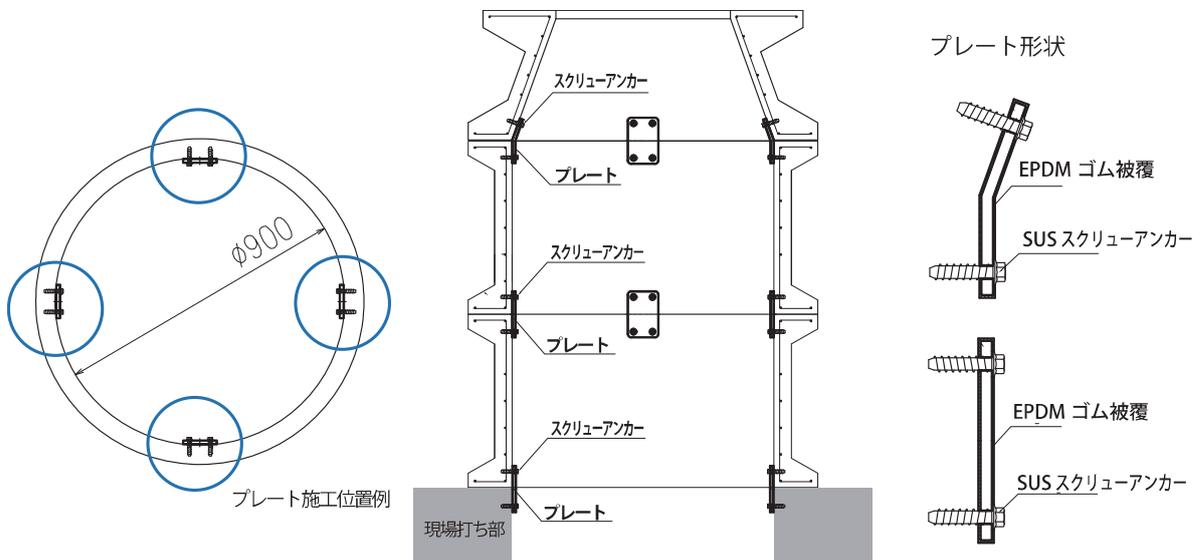


図 1-5 プレート取り付け例

表 1-6 プレート取り付け枚数

マンホール側塊形状	プレート枚数
内径 900 mm	4 枚
内径 1200 mm	4 枚
内径 1500 mm	6 枚

1. 1. 3 使用機器

本工法に使用する主な機器は、プレートの設置位置を決めるためのケガキ治具、スクリューアンカーを取り付ける位置の鉄筋位置を把握するための鉄筋探査機、スクリューアンカー下穴を削孔するためのコンクリートドリル、スクリューアンカー取り付けのための専用インパクトレンチ (以下、「インパクトレンチ」という。) である。

本工法で使用する主な機器を表 1-7 に示す。

表 1 - 7 使用機器一覧表

機器名	用途	備考
ケガキ治具	プレート設置位置決定	
鉄筋探査機	スクリューアンカー 取り付け位置の鉄筋探査	
コンクリートドリル	スクリューアンカー 下穴削孔	ドリルビット径 8 mm
インパクトレンチ	スクリューアンカー 取り付け	HILTI SIW-221T

(1) ケガキ治具

ケガキ治具は、プレートの設置位置を決めるためのものであり、ケガキ治具をもちいてけがき線を描く。

ケガキ治具の写真を写真 1 - 4 に示す。

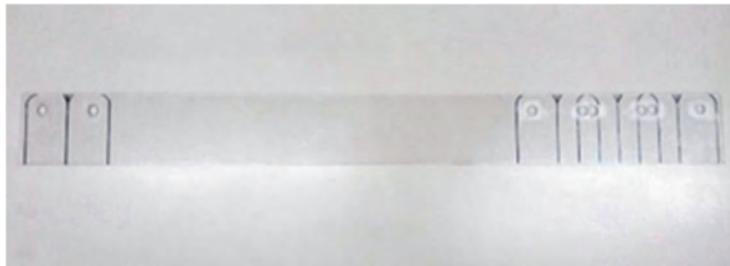


写真 1 - 4 ケガキ治具

(2) 鉄筋探査機

鉄筋探査機は、スクリューアンカーを取り付ける位置の鉄筋位置を把握するための機器である。

鉄筋探査機の写真を写真 1 - 5 に示す。



写真 1 - 5 鉄筋探査機の一例

(3) コンクリートドリル

コンクリートドリルは、スクリューアンカーを取り付ける際、下穴を削孔するための機器である。

コンクリートドリルの写真を写真1-6に示す。



写真1-6 コンクリートドリルの一例

(4) インパクトレンチ

インパクトレンチは、スクリューアンカー取り付けのための機器である。



写真1-7 インパクトレンチ

1. 1. 4 施工方法

(1) 施工条件

本技術は、健全な既設現場打ちマンホールの上部工であるマンホール側塊（直壁および斜壁）を対象とする。

(2) 標準施工手順

標準施工手順を図1-6に示す。

なお、詳細については付属資料-1（45～51頁）を参照のこと。

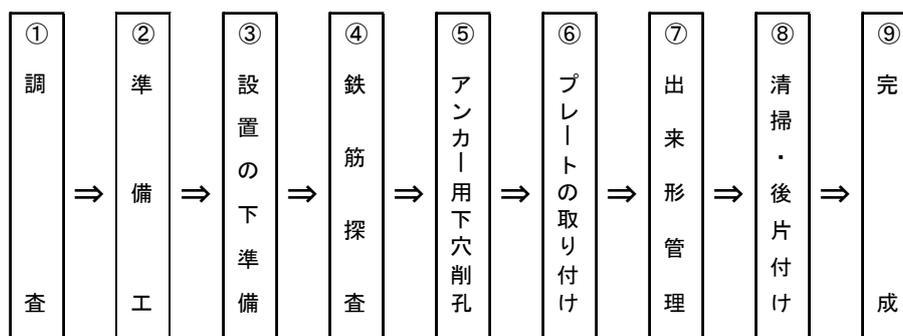


図 1 - 6 標準施工手順

1) 調査

マンホール本体の調査は、マンホール用調査記録表等をもちいて公益社団法人 日本下水道協会の「下水道維持管理指針 実務編—2014年版—（以下、「維持管理指針」という。）」等を参考に行い、マンホール本体の診断および評価を行って取り付け可能であるかの判断を行う。

プレート設置の判断は、基本的に「維持管理指針」の「マンホール用調査記録表（参考例）」によって判断し、判定がCランクのものを設置可能とする。また、マンホールの劣化状況等の確認のため、必要に応じて現場ごとにスクリーuanカーの引張耐力試験を行う。

また、漏水等がある場合は止水を行ってから作業を行う。

表 1 - 8 マンホール用調査記録表（参考例・Cランク抜粋）

部 位	異常項目	調査結果（Cランク）
斜 壁	腐食	表面の荒れ
	破損	軽微な破損
	クラック	軽微なクラック（幅 2 mm未満）
	隙間・ずれ	わずかの隙間・ずれ
	浸入水	にじんでいる状態
	木根侵入	内径の10 %未満
直 壁	腐食	表面の荒れ（表面pH 3以上5以下）
	破損	軽微な破損
	クラック	軽微なクラック（2 mm未満）
	隙間・ずれ	わずかの隙間・ずれ
	浸入水	にじんでいる状態
	木根侵入	内径10 %未満
	たるみ	内径の1/2未満

2) 準備工

マンホールに入る前に、マンホール内の酸素濃度等を測定し、酸素濃度18 %以下、硫化水素濃度10 ppm以上、一酸化炭素濃度50 ppm以上、可燃性ガスが発生している場合は入孔しない。

各種濃度測定の結果、基準値を超えている場合は換気を行い、必ず基準値に達したことを確認してからマンホール内に入孔する。

安全を確認後、プレート取り付け部分の洗浄、足場の設置等を行う。

3) 設置の下準備

プレートの設置位置を決めるために、ケガキ治具をもちいてけがき線を描く。

けがきの基本位置は、マンホールのステップ中心または左右どちらかに表1-9に示す角度(弧長)よりけがき線を描く。

プレートの枚数・けがき寸法を表1-9に示し、取り付け位置のけがき状況を写真1-8に示す。

なお、直壁と斜壁の目地部にプレートを取り付ける場合は、直壁内径に対応した枚数とする。

表1-9 プレート枚数・けがき寸法

マンホール 側塊形状	プレート 枚数	けがき線		プレート間隔	
		角度	弧長	角度	弧長
内径 900 mm	4枚	45°	353 mm	90°	706.5 mm
内径1200 mm	4枚	45°	471 mm	90°	942 mm
内径1500 mm	6枚	30°	393 mm	60°	785 mm



写真1-8 けがき状況

4) 鉄筋探査

スクリーアンカーを取り付ける位置の鉄筋探査を行う。

けがき線より左右（上下）5 mm以内に鉄筋が確認された場合は，そのプレートの設置位置を移動する。

鉄筋探査の状況を写真1-9に示す。



写真1-9 鉄筋探査状況

5) スクリーアンカー用下穴削孔

①コンクリートドリル等を持ちいて，プレート穴の上部どちらか1箇所を下穴の径8～8.9 mmおよび削孔深さ55～65 mmを守り削孔し，下穴内部の清掃を行う。

②プレートをあてがい，スクリーアンカー1箇所の仮付けを行う。

③下穴の残り3箇所をプレートを仮付けした状態でプレートの穴から削孔する。
スクリーアンカー用下穴削孔の状況を写真1-10に示す。



写真1-10 アンカー用下穴削孔状況

6) プレートの取り付け

①インパクトレンチをもちいてスクリューアンカーを締めこむ。

②同様の手順で残りのプレートを取り付ける。

プレートの取り付け状況を写真1-11に示す。



写真1-11 プレートの取り付け状況

7) 出来形管理

取り付けしたプレートの周辺にコンクリートの破損がないか、また、プレートに浮きや傾き等がなく、均等に取り付けられているかの確認を行う。

8) 清掃・後片付け

プレートを取り付けた周辺およびインバート部分の掃除を行い、仮設の足場を撤去する。

9) 完成

プレート設置後の完成状況を写真1-12に示す。



写真1-12 完成

1. 2 従来技術との比較

本技術は、既設マンホール側塊の内面目地部において、地震時にずれを抑制する工法である。

従来、マンホール側塊は接合部が平滑状で、側塊間をモルタル接合して設置されているためずれ防止機能はなく、既設マンホールにずれ防止機能を付加する場合には、開削工法により掘削し、マンホール側塊を組立マンホールに布設替えする必要があった。

本技術と従来技術との比較を表 1-10 に示す。

表 1-10 従来技術との比較

項目	本技術	従来技術
概要	本技術は、既設マンホール側塊の目地部に非開削でプレートをスクリーアンカーで固定することで、地震時においてマンホール側塊目地部のずれを抑制する。	従来の現場打ちマンホールの上部工に使用されるマンホール側塊は、接合部が平滑でモルタル接合にて設置されているため、地震時のずれ抑制機能を有していない。
施工性	既設マンホール内から非開削にてプレートをスクリーアンカーで固定し、マンホール側塊目地部のずれを抑制することができる。	既設マンホール側塊部にずれ抑制機能を付加するためには、開削工法にて掘削し、組立マンホールに布設替えを行う。
耐震性	地震時には、マンホール側塊に働く地震時水平力に対し、ずれを抑制する。	現場打ちマンホールの上部工に使用されるマンホール側塊間はモルタル接合したものや、接合部が平滑状になっているため、地震時にはマンホール側塊のずれが生じる。
材料と材質	ステンレス板 (SUS304) ゴム (EPDM) スクリーアンカー (SUS316)	マンホール側塊 (鉄筋コンクリート)

2. 開発の趣旨

過去の地震被害例としては、ずれ対策のない既設マンホールにおいて地震動により横ずれが発生し、内部に地下水や土砂が流入することによる流下機能の阻害や道路陥没等を誘発する被害が見られた。

しかしながら、既存のマンホールの布設替えや補強による耐震化は、車両交通や住民生活および経済面等の理由により遅れている。

また、「下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-」にも既存管路施設の耐震対策として“マンホールブロックのずれ対策”が掲げられている。

本工法は、ずれ対策のない既設マンホール側塊の内面目地部にゴム被覆されたステンレス製のプレートを非開削にて容易に設置でき、レベル 2 相当の地震時においても横ずれを抑制し、マンホール内への土砂流入抑制を期待できる工法として開発した。

3. 開発目標と審査証明の方法

本技術の開発目標と審査証明の方法は表3-1に示すとおりである。

表3-1 開発目標と審査証明の方法

審査項目	開発目標	審査方法
(1) 施工性	マンホールふた呼び600の開口部から使用資機材が搬入でき、マンホール内で施工できること。	<p>1) 地上に設置したマンホールふた呼び600の開口部から使用資機材が搬入でき、マンホール内で施工できることを立会試験により確認する。</p> <p>2) プレートを取り付けるためのスクリーアンカーの引張耐力が、1本あたり3.6 kN以上であることを確認する。</p>
(2) 耐震性 (水平耐力試験)	<p>本工法は、レベル2地震動相当の水平力に対し、次の性能を有すること。</p> <p>① マンホール側塊間の水平変位量が5 mm以下</p> <p>② 施工した構成部材に外観異常が見られない。</p>	<p>1) 模擬施設による試験確認</p> <p>内径900 mmおよび1500 mmのマンホール側塊直壁、内径900 mmのマンホール側塊直壁と斜壁の内面に、本工法によるプレートを設置した試験体にレベル2地震動相当の水平荷重を与え、マンホール側塊間の水平変位量が5 mm以下であることを確認する。</p> <p>また、構成部材に外観異常が見られないことを確認する。</p> <p>2) FEM解析による確認</p> <p>模擬施設による耐震性試験のモデルでFEM解析を行い、試験結果とFEM解析値の比較により妥当性の確認を行う。</p> <p>内径1200 mmおよび内径1500 mmのマンホール側塊について、マンホール側塊目地位置GL-5 mにおけるレベル2地震動相当の水平荷重を与え水平変位量が5 mm以下であることをFEM解析により確認する。</p>

審査項目	開発目標	審査方法
(3) 物性	<p>本工法の主要材料は、次の物性を有すること。</p> <p>①プレートを構成するステンレス板は、「JIS G 4304：2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定する化学成分および機械的性質を有する。</p> <p>②プレートを構成するゴムは、「JIS K 6353：2011 水道用ゴム」（Ⅲ類）に規定する物性を有する。</p>	<p>①プレートを構成するステンレス板は、「JIS G 4304：2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定する化学成分および機械的性質を有することを、公的機関の試験報告書により確認する。</p> <p>②プレートを構成するゴムは、「JIS K 6353：2011 水道用ゴム」（Ⅲ類）に規定する物性を有することを、公的機関の試験報告書により確認する。</p>

4. 審査証明

4. 1 施工性に関する審査証明

4. 1. 1 審査方法

施工性に関しては、地上に設置したマンホールふた呼び600の開口部から使用資機材が搬入できること。また、内径900 mmのマンホール内で施工できることを立会試験により審査する。



写真4-1 施工性の試験状況

(1) 試験方法

1) 使用資機材の搬入

マンホールふた呼び600の開口部から使用資機材が搬入できることを確認する。

使用資機材の搬入試験状況を写真4-2、使用資機材(コンクリートドリル、インパクトレンチ)の写真を写真4-3に示す。



写真4-2 資機材搬入の試験状況



写真4-3 使用資機材

2) 施工前の確認

適用範囲の最小である内径900 mmのマンホール側塊直壁で施工性試験を行う。

①マンホールの形状確認

内径900 mmのマンホールの形状寸法確認状況を写真4-4に示す。



写真4-4 内径900 mmマンホール形状寸法確認状況

②使用資機材の確認

使用資機材（プレート、スクリューアンカー、インパクトレンチ）の確認状況を写真4-5、使用機材（コンクリートドリル）とドリルビットの確認状況を写真4-6に示す。

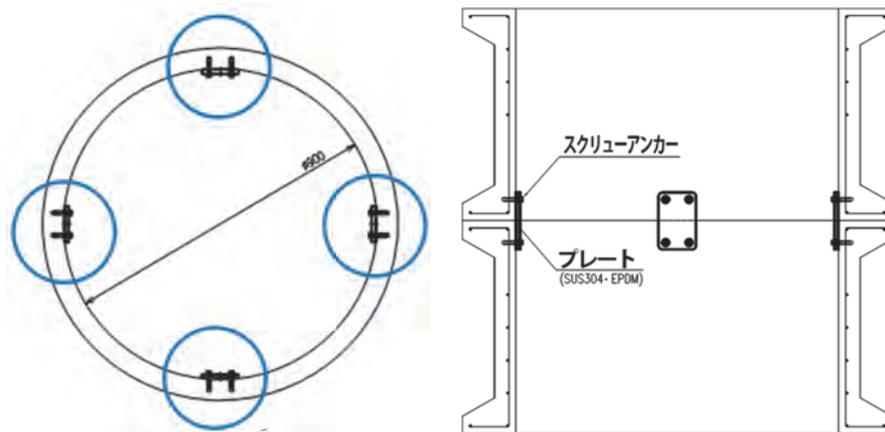


写真4-5 使用資機材の確認状況



写真4-6 コンクリートドリル，ドリルビット確認状況
(ドリルビット径：8～8.5 mm)

- 3) マンホール内で施工できること
試験マンホールの概略を図4-1に示す。



※○：プレート取り付け位置
(内径900 mmのマンホールの場合)

図4-1 試験マンホール概略

① 設置の下準備

プレートの取り付け位置を決めて、けがき線を描く。
けがきの状況を写真4-7に示す。



写真4-7 けがき状況

② 鉄筋探査

スクリューアンカーを取り付ける位置の鉄筋探査を行う。
鉄筋探査の状況を写真4-8に示す。



写真 4 - 8 鉄筋探査状況

③ スクリューアンカー用下穴削孔

コンクリートドリルをもちいて、スクリューアンカー用の下穴を削孔する。スクリューアンカー用下穴削孔の状況を写真 4 - 9, 10 に示す。

- ・ 下穴の削孔基準：下穴の径 8 ~ 8.9 mm / 削孔深さ 55 ~ 65 mm



写真 4 - 9 スクリューアンカー用
下穴削孔状況

写真 4 - 10 スクリューアンカー用
下穴削孔の確認

④ プレートの取り付け

インパクトレンチを使用してスクリューアンカーを締めこみ、プレートを取り付ける。

プレートの取り付け状況を写真 4 - 11 に示す。



写真 4 - 11 プレートの取り付け状況

⑤ 施工後の出来形確認

施工後の出来形確認として、取り付けしたプレート周辺のコンクリートに破損がないか、またプレートに浮きや傾き等がなく、均等に取り付けられているか確認する。

⑥ スクリューアンカー引張耐力試験

スクリューアンカー引張耐力試験を行った状況を写真 4 - 12, 13 に示す。委員会代行試験ではメーカーの平均耐力である 12.0 kN 以上を確認し、委員会立会試験では、許容安全荷重である 3.6 kN 以上を確認した時点で止めている。



写真 4 - 12 スクリューアンカー引張耐力の確認



写真 4 - 13 スクリューアンカー引張耐力の確認

4. 1. 2 試験結果

マンホールふた呼び600の開口部から使用資機材が搬入でき、マンホール内で施工できることを確認した。

(1) マンホールふた呼び600の開口部から使用資機材が搬入できること。

表 4 - 1 施工性試験結果

条 件	結 果
マンホールふた呼び600の開口部から使用資機材を搬入する。	マンホールふた呼び600の開口部から使用資機材が搬入できることを確認した。 (写真 4 - 2)

(2) マンホール内で施工できること。

表 4 - 2 施工性試験結果

条 件	規定値	実測値	結 果
①設置の下準備 取り付け位置のけがき	プレート間隔 呼び900 : 90 ° (706.5 mm) ケガキ治具使用	—	プレート取り付け位置のけがきができることを確認した。 (写真 4 - 7)
②鉄筋探査 スクリューアンカー取り付け位置の鉄筋探査	けがき線より左右 (上下) 5 mm以内に鉄筋が確認された場合は、そのプレートの設置位置を移動する。 鉄筋探査機使用	—	スクリューアンカー取り付け位置の鉄筋探査ができることを確認した。 (写真 4 - 8)
③スクリューアンカー用下穴削孔 コンクリートドリルを使用してスクリューアンカー用下穴削孔を行う	下穴の径 : 8 ~ 8.9 mm 削孔深さ : 55 ~ 65 mm	下穴の径 8.15 mm 削孔深さ 62.20 mm (写真 4 - 10)	コンクリートドリルを使用してスクリューアンカー用下穴削孔ができることを確認した。
④プレートの取り付け インパクトレンチを使用してプレートを取り付ける	インパクトレンチを使用	—	インパクトレンチを使用してプレートを取り付けることを確認した。 (写真 4 - 11)
⑤施工後の出来形確認	・取り付けしたプレート周辺のコンクリートに破損がない。 ・プレートに浮きや傾き等がなく、均等に取り付けられている。	—	取り付けしたプレート周辺のコンクリートに破損がないこと、またプレートに浮きや傾き等がなく、均等に取り付けられていることを確認した。

条 件	規 定 値	実 測 値	結 果
⑥ スクリューアンカー 引張耐力 スクリューアンカーが 許容安全荷重以上であ ること。	許容安全荷重 3.6 kN以上 平均耐力 12.0 kN	委員会立会数値 4.1 kN (写真 4 - 12) 委員会代行 試験数値 ① 12.0 kN ② 12.5 kN ③ 12.5 kN (写真 4 - 13)	スクリューアンカ ー引張耐力が，許 容安全荷重の3.6 kN以上であること を確認した。

4. 1. 3 審 査

マンホールふた呼び600の開口部から使用資機材が搬入でき、マンホール内で施工できると認められる。

4. 2 耐震性（水平耐力試験）に関する審査証明

4. 2. 1 審査方法

耐震性（水平耐力試験）に関しては、本工法がレベル2地震動相当の水平力に対し、次の性能を有することを審査する。

- ①マンホール側塊間の水平変位量が5 mm以下
- ②施工した構成部材に外観異常が見られない。



写真4-14 耐震性の試験状況

(1) 試験方法

適用範囲の最小である内径900 mmのマンホール側塊と最大である内径1500 mmのマンホール側塊で試験を行い、プレート接続部のアングルタイプは、内径900 mmのマンホール側塊で試験を行う。

なお、内径1500 mmのマンホール側塊は、内径900 mmのマンホール側塊と同じ水平力で水平変位量を確認し、その後、マンホール深さ5 mにおけるレベル2地震動より想定される水平力で水平変位量を確認する。

耐震性試験の条件を表4-3に示す。

なお、水平力の算出根拠は、**付属資料-4**（56～60頁）を参照のこと。

表 4 - 3 耐震性試験条件

試験項目			試験条件				確認方法	
マンホール側塊形状	プレート接続部	荷重方向	目地位置	水平力	水平変位量	外観異常	模擬施設	FEM解析
内径 900 mm	直壁 - 直壁 フラット タイプ	プレート 取り付け部	GL	23.9 kN	5 mm 以下	目視	○	○
		プレート 中間部	- 5 m	以上		目視	○	○
内径 1200 mm	直壁 - 直壁 フラット タイプ	プレート 取り付け部	GL	33.2 kN	5 mm 以下	-	-	○
		プレート 中間部	- 5 m	以上		-	-	○
内径 1500 mm	直壁 - 直壁 フラット タイプ	プレート 取り付け部	GL	23.9 kN 以上	5 mm 以下	目視	○	○
		プレート 中間部	- 2.6 m 程度			目視	○	○
		プレート 取り付け部	GL	42.3 kN 以上		目視	○	○
		プレート 中間部	- 5 m			-	-	○
内径 900 mm	直壁 - 斜壁 アングル タイプ	プレート 取り付け部	GL	3.4 kN	5 mm 以下	目視	○	-
		プレート 中間部	- 0.8 m	以上		目視	○	-

1) 模擬施設による試験確認

本工法を施工した内径900 mmおよび1500 mmのマンホール側塊直壁，内径900 mmのマンホール側塊直壁と斜壁の試験体にレベル2地震動相当の水平力を与え，水平変位量が5 mm以下であることを確認する。また，構成部材であるスクリューアンカーの抜けがなく，プレート周辺のコンクリートの破損がない等の外観異常が見られないことを確認する。

2) FEM解析による確認

模擬施設による耐震性試験のモデルでFEM解析を行い，試験結果とFEM解析値の比較によりFEM解析の妥当性の確認を行う。

内径1200 mmおよび内径1500 mmの耐震性（水平耐力試験）の確認は，FEM解析の妥当性の確認後，設置目地位置5 mにおいて，レベル2地震動相当の水平力を与え水平変位量が5 mm以下であることをFEM解析により確認する。

(2) 耐震性試験（水平耐力試験）

1) 内径900 mmマンホール側塊【プレート接続部：直壁－直壁（フラットタイプ）】

内径900 mmのマンホール側塊直壁×2個の内面目地部に，本工法を施工した試験体を持ちいてマンホール深さ5 mにおけるレベル2地震動より想定される水平力である23.9 kN以上を与え，開発目標に挙げる性能を有していることを立会試験により確認する。試験は，プレート取り付け部に水平荷重を与える場合とプレート中間部に水平荷重を与える場合で行い，測定位置1，2で水平変位量が5 mm以下であることを確認する。

なお，水平力の算出根拠は，付属資料－4（56～60 頁）を参照のこと。耐震性試験の概要を図4－2に示し，試験状況を写真4－15～18に示す。

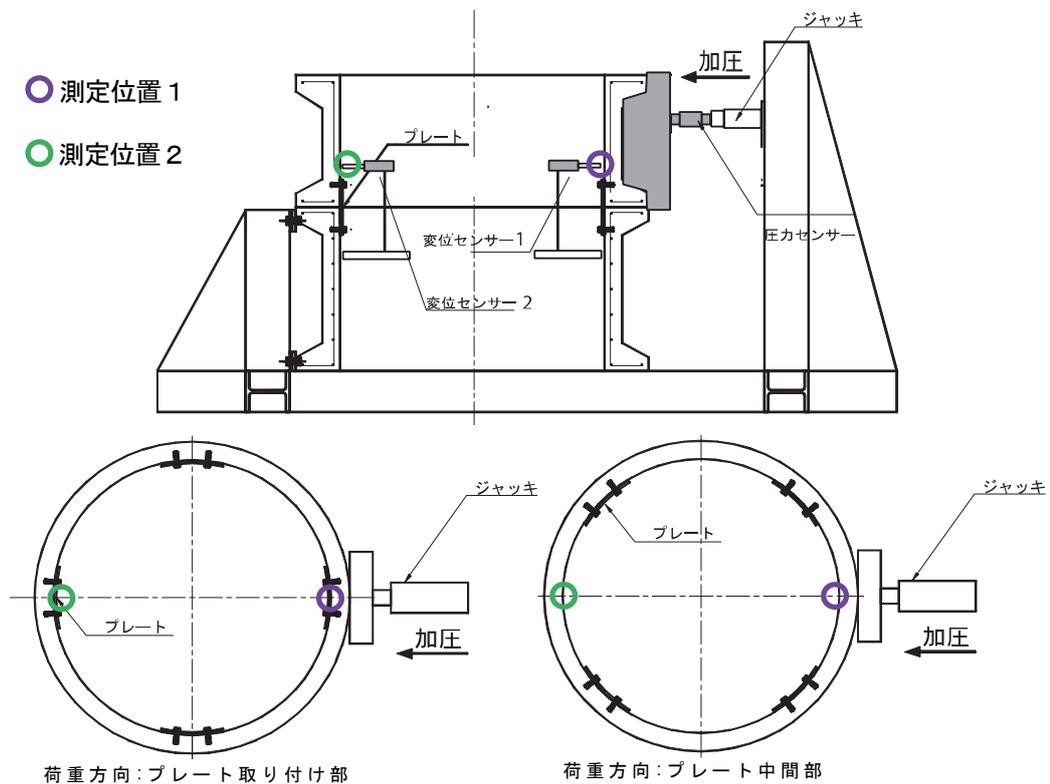


図4－2 耐震性試験概要（内径900 mmマンホール側塊 直壁－直壁）



写真4－15 マンホール側塊の形状寸法確認状況



写真 4-16 耐震性試験状況（荷重方向：プレート取り付け部）

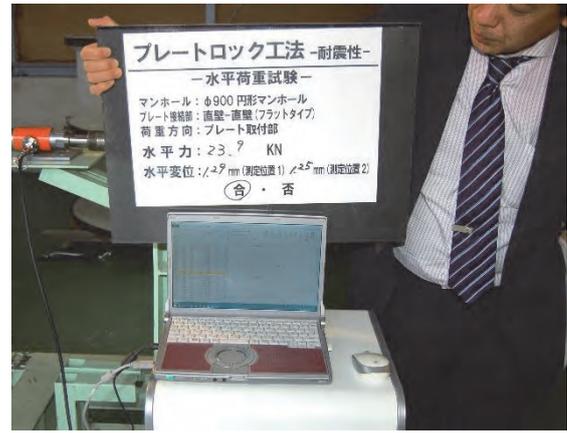


写真 4-17 耐震性試験状況（荷重方向：プレート中間部）

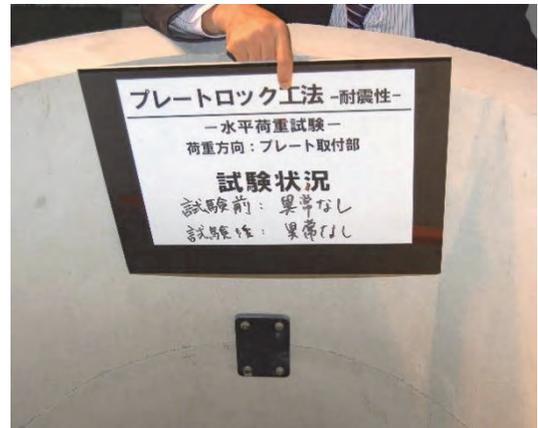
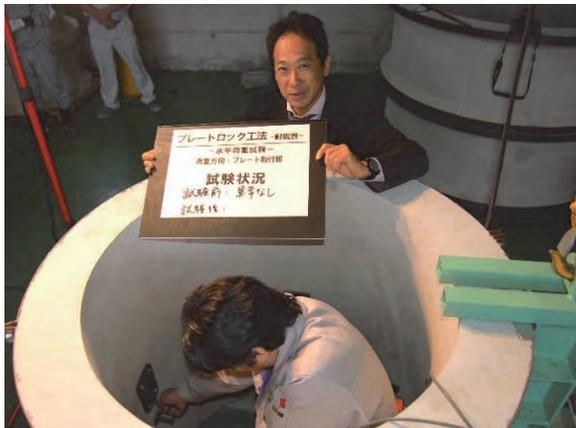
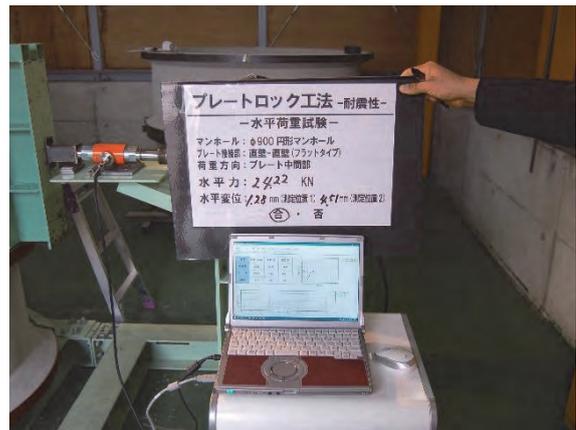


写真 4-18 外観確認状況

2) 内径1500 mmマンホール側塊【プレート接続部：直壁-直壁（フラットタイプ）】

内径1500 mmのマンホール側塊直壁×2個の内面目地部に、本工法を施工した試験体を持ちいて内径900 mmのマンホール側塊と同程度の水平力である23.9 kN以上（内径1500 mmのマンホール換算深さ2.6 m程度におけるレベル2地震動より想定される水平力である20.3 kN）を与え、開発目標に挙げる性能を有していることを立会試験により確認する。その後、マンホール深さ5 mにおけるレベル2地震動より想定される水平力である42.3 kN以上を与え、開発目標に挙げる性能を有していることを立会試験により確認する。試験は、プレート

取り付け部に水平荷重を与える場合とプレート中間部に水平荷重を与える場合で行い，測定位置 1，2 で水平変位量が 5 mm 以下であることを確認する。

なお，水平力の算出根拠は，付属資料－4（56～60 頁）を参照のこと。

耐震性試験の概要を図 4－3 に示し，水平力 23.9 kN 以上の試験状況を写真 4－19～21 に示し，水平力 42.3 kN 以上の試験状況を写真 4－22 に示す。

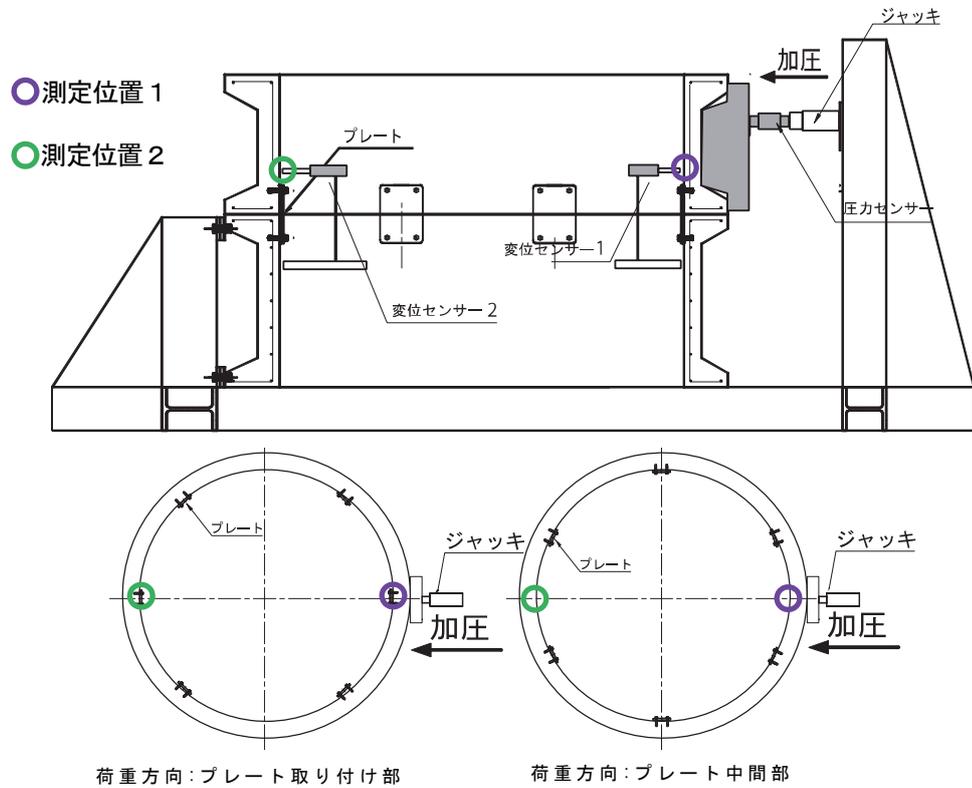


図 4－3 耐震性試験概要（内径 1500 mm マンホール側塊 直壁－直壁）



写真 4－19 マンホール側塊の形状寸法確認状況



写真 4 - 20 耐震性試験状況（荷重方向：プレート取り付け部，水平力23.9 kN以上）

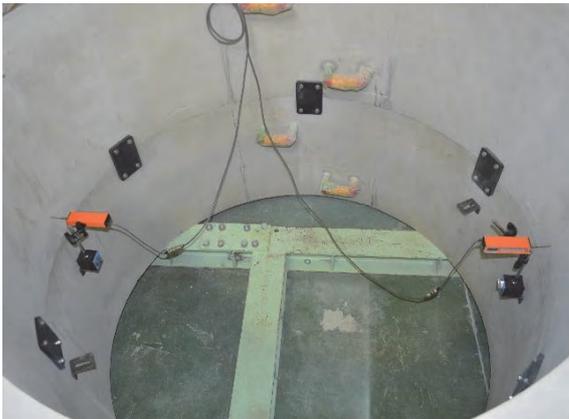


写真 4 - 21 耐震性試験状況（荷重方向：プレート中間部，水平力23.9 kN以上）



写真 4 - 22 耐震性試験状況（荷重方向：プレート取り付け部，水平力42.3 kN以上）

3) 内径900 mmマンホール側塊【プレート接続部：直壁－斜壁（アングルタイプ）】

内径900 mmのマンホール側塊斜壁およびマンホール側塊直壁の内面目地部に、本工法を施工した試験体を持ちいてマンホール深さ0.8 mにおけるレベル2地震動より想定される水平力である3.4 kN以上を与え、開発目標に挙げる性能を有していることを立会試験により確認する。試験は、プレート取り付け部に水平荷重を与える場合とプレート中間部に水平荷重を与える場合で行い、測定位置1，2で水平変位量が5 mm以下であることを確認する。

なお、水平力の算出根拠は、付属資料－4（56～60 頁）を参照のこと。
耐震性試験の概要を図 4－4 に示し、試験状況を写真 4－23～25 に示す。

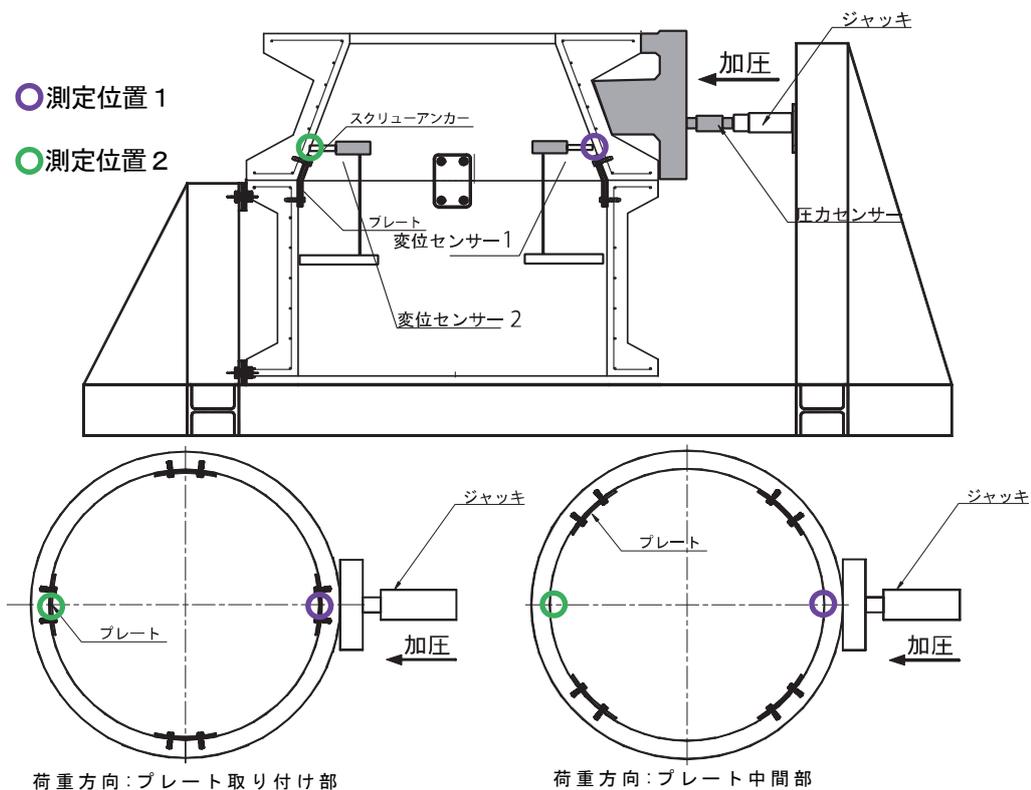


図 4－4 耐震性試験概要（内径 900 mm マンホール側塊 直壁－斜壁）



写真 4－23 マンホール側塊の形状寸法確認状況



写真 4 - 24 耐震性試験状況（荷重方向：プレート取り付け部）

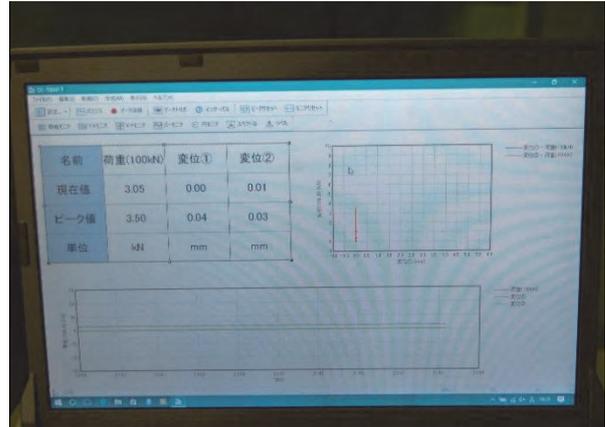


写真 4 - 25 耐震性試験状況（荷重方向：プレート中間部）

(2) FEM解析による確認

模擬施設による耐震性試験のモデルでFEM解析を行い，試験結果とFEM解析値の比較を行う。

なお，FEM解析による水平変位量の検証は，付属資料 - 5（61～71 頁）を参照のこと。

FEM解析による水平変位量の比較結果を表 4 - 4 に示す。

表 4 - 4 FEM解析による水平変位量の比較結果

試験項目			模擬施設による 耐震性試験結果			FEM解析結果		
マンホール 側塊形状	プレート 接続部	荷重方向	水平 荷重 (kN)	水平変位量 (mm)		水平 荷重 (kN)	水平変位量 (mm)	
				測定 位置 ①	測定 位置 ②		測定 位置 ①	測定 位置 ②
内径 900 mm	直壁 - 直壁 フラット タイプ	プレート 取り付け部	23.9	1.29	1.25	23.9	2.28	2.14
		プレート 中間部	23.9	1.17	0.68	23.9	2.38	2.26
内径 1500 mm	直壁 - 直壁 フラット タイプ	プレート 取り付け部	24.82	1.39	1.18	23.9	2.26	1.79
		プレート 中間部	24.52	1.54	1.29	23.9	2.07	1.61
		プレート 取り付け部	42.84	3.99	2.81	42.3	3.11	2.25

表 4 - 4 のFEM解析による水平変位量の比較結果より、模擬施設による耐震性試験結果の水平変位量とFEM解析結果による水平変位量は、若干のばらつきはあるもののおおむね一致しているため、FEM解析により水平耐力試験を再現できている。

これらより、内径1200 mmおよび内径1500 mmの耐震性（水平耐力試験）の確認は、FEM解析により確認する。

4. 2. 2 試験結果

本工法は、レベル2地震動相当の水平力に対し、次の性能を有することを確認した。

- ①マンホール側塊間の水平変位量が5 mm以下
- ②施工した構成部材に外観異常が見られない。

耐震性の試験結果を表 4 - 5 に示し、FEM解析結果を表 4 - 6 に示す。

表 4 - 5 耐震性試験結果

試験項目			規定値		試験結果			
マンホール側塊形状	プレート接続部	荷重方向	水平力	水平変位量	水平荷重 (kN)	水平変位量 (mm)		外観異常
						測定位置 ①	測定位置 ②	
内径 900 mm	直壁 - 直壁 フラット タイプ	プレート 取り付け部	23.9 kN 以上	5 mm 以下	23.9	1.29	1.25	・スクリー アーカーの 抜けなし。 ・プレート 周辺のコン クリートの 破損なし。
		プレート 中間部						
内径 1500 mm	直壁 - 直壁 フラット タイプ	プレート 取り付け部	23.9 kN 以上	5 mm 以下	24.82	1.39	1.18	・スクリー アーカーの 抜けなし。 ・プレート 周辺のコン クリートの 破損なし。
		プレート 中間部						
		プレート 取り付け部	42.3 kN 以上		42.84	3.99	2.81	・構成部材 に異常なし。 (マンホ ール側塊 にひび割 れ発生)
内径 900 mm	直壁 - 斜壁 アングル タイプ	プレート 取り付け部	3.4 kN 以上	5 mm 以下	3.5	0.01	0.02	・スクリー アーカーの 抜けなし。 ・プレート 周辺のコン クリートの 破損なし。
		プレート 中間部						

表 4 - 6 FEM解析結果

試験項目			規定値		FEM解析結果			確認結果
マンホール側塊形状	プレート接続部	荷重方向	水平力	水平変位量	水平荷重(kN)	水平変位量(mm)		
						測定位置①	測定位置②	
内径 900 mm	直壁－直壁 フラット タイプ	プレート 取り付け部	23.9 kN 以上	5 mm 以下	23.9	2.28	2.14	合格
		プレート 中間部	23.9 kN 以上					23.9
内径 1200 mm	直壁－直壁 フラット タイプ	プレート 取り付け部	33.2 kN 以上	5 mm 以下	33.2	2.83	2.38	合格
		プレート 中間部	33.2 kN 以上					33.2
内径 1500 mm	直壁－直壁 フラット タイプ	プレート 取り付け部	42.3 kN 以上	5 mm 以下	42.3	3.11	2.25	合格
		プレート 中間部	42.3 kN 以上					42.3

4. 2. 3 審査

本工法は、レベル 2 地震動相当の水平力に対し、次の性能を有すると認められる。

- ①マンホール側塊間の水平変位量が 5 mm以下
- ②施工した構成部材に外観異常が見られない。

4. 3 物性に関する審査証明

4. 3. 1 審査方法

物性に関しては、本工法の主要材料が次の物性を有することを審査する。

(1) 試験方法

1) プレートを構成するステンレス板

プレートを構成するステンレス板は、「JIS G 4304:2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定する化学成分および機械的性質を有することを確認する。

① 試験方法

- ・化学成分：「JIS G 4304:2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」
表 3 - オーステナイト系の化学成分 (SUS304)
- ・機械的性質：「JIS G 4304:2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」
表 8 - オーステナイト系の機械的性質 (SUS304)

プレートを構成するステンレス板の化学成分と機械的性質に使用する供試体の確認状況を写真 4-26 に示す。



写真 4-26 供試体確認状況

2) プレートを構成するゴム

プレートを構成するゴムは、「JIS K 6353:2011 水道用ゴム」(Ⅲ類)に規定する物性を有することを確認する。

① 試験方法

- ・硬 さ：「JIS K 6253-3:2012 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム
-硬さの求め方-第3部：デュロメータ硬さ」
- ・引張試験：「JIS K 6251:2010 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム
-引張特性の求め方」
- ・老化試験：「JIS K 6257:2010 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム
-熱老化特性の求め方」
「JIS K 6257:1993 加硫ゴムの老化試験方法」
- ・圧縮永久ひずみ：「JIS K 6262:2006 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム
-常温、高温及び低温における圧縮永久ひずみの求め方」

プレートを構成するゴムの硬さ，引張試験，老化試験に使用する平板状加硫ゴム試験片供試体の確認状況を写真4-27に示し，圧縮永久ひずみ試験に使用する円柱状加硫ゴム試験片供試体の確認状況を写真4-28に示す。

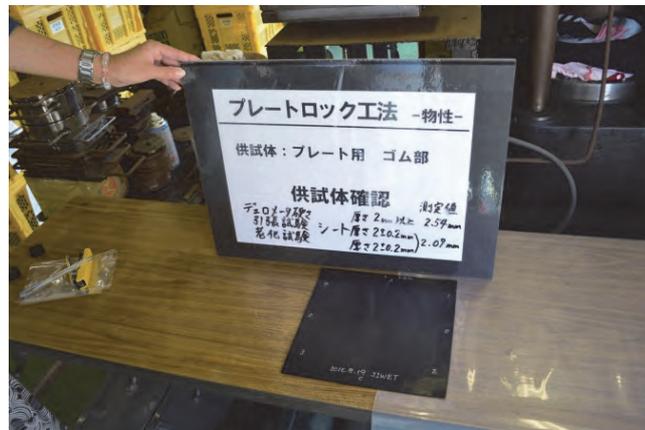


写真4-27 平板状加硫ゴム試験片供試体確認状況

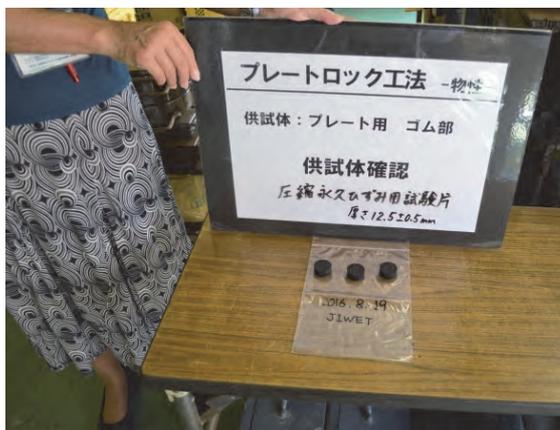


写真4-28 円柱状加硫ゴム試験片供試体確認状況

4. 3. 2 試験結果

本工法の主要材料は，次の物性を有することを確認した。

- ①プレートを構成するステンレス板は，「JIS G 4304:2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定する化学成分および機械的性質を有する。
- ②プレートを構成するゴムは，「JIS K 6353:2011 水道用ゴム」(Ⅲ類)に規定する物性を有する。

- 1) プレートを構成するステンレス板については，「JIS G 4304:2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定する化学成分および機械的性質を有する。
プレートを構成するステンレス板の化学成分試験結果を表4-7に示し，機械的性質試験結果を表4-8に示す。

なお，試験報告書は，付属資料-6(1)(72~74頁)を参照のこと。

表 4-7 プレートを構成するステンレス板の化学成分試験結果

(含有量)

試験項目 (成分)	規格		試験結果	
	適用規格	規格値 (wt%)	測定値 (wt%)	試験結果
C (炭素)	「JIS G 4304:2015 熱間圧延ステンレ ス鋼板及び鋼帯」表 3 - オーステナイ ト系の化学成分 (SUS304)	0.08 以下	0.067	合格
Si (ケイ素)		1.00 以下	0.58	合格
Mn (マンガン)		2.00 以下	0.80	合格
P (リン)		0.045 以下	0.035	合格
S (硫黄)		0.030 以下	0.002	合格
Ni (ニッケル)		8.00 ～ 10.50	8.10	合格
Cr (クロム)		18.00 ～ 20.00	18.04	合格

表 4-8 プレートを構成するステンレス板の機械的性質試験結果

試験項目	規格		試験結果	
	適用規格	規格値	測定値	試験結果
耐力	「JIS G 4304:2015 熱間圧延ステンレ ス鋼板及び鋼帯」表 8 - オーステナイ ト系の機械的性質 (SUS304)	205 MPa 以上	351 MPa	合格
引張強さ		520 MPa 以上	684 MPa	合格
伸び		40 % 以上	52 %	合格
硬さ (HRBS)		90 以下	90HRBS	合格

2) プレートを構成するゴム

プレートを構成するゴムは、「JIS K 6353:2011 水道用ゴム」(Ⅲ類)に規定する物性を有すること。

プレートを構成するゴムの試験結果を表4-9に示す。

なお、試験報告書は、付属資料-6(2)(75~87頁)を参照のこと。

表4-9 プレートを構成するゴムの物性試験結果

試験項目	規格			試験結果	
	適用規格	測定項目	規格値	測定値	試験結果
デュロメータ硬さ (タイプA)	JIS K 6253-3 :2012	デュロメータ硬さ	80±5	A78	合格
引張試験	JIS K 6251 :2010	引張強さ	12 MPa 以上	14.0 MPa	合格
		切断時伸び	280 % 以上	360 %	合格
老化試験	JIS K 6257 :2010 JIS K 6257 :1993	引張強さ 変化率	-25 % 以内	+2 %	合格
		切断時伸び 変化率	-30 ~ +10 % 以内	-6 %	合格
		硬さ変化	0 ~ +5	+2	合格
圧縮永久 ひずみ	JIS K 6262 :2006	圧縮永久 ひずみ	30 % 以下	19 %	合格

4.3.3 審査

本工法の主要材料は、次の物性を有すると認められる。

- ①プレートを構成するステンレス板は、「JIS G 4304:2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定する化学成分および機械的性質を有する。
- ②プレートを構成するゴムは、「JIS K 6353:2011 水道用ゴム」(Ⅲ類)に規定する物性を有する。

5. 審査の結果

審査の結果は、次に示すとおりである。

(1) 施工性

マンホールふた呼び600の開口部から使用資機材が搬入でき、マンホール内で施工できると認められる。

(2) 耐震性（水平耐力試験）

本工法は、レベル2地震動相当の水平力に対し、次の性能を有すると認められる。

- ①マンホール側塊間の水平変位量が5mm以下
- ②施工した構成部材に外観異常が見られない。

(3) 物性

本工法の主要材料は、次の物性を有すると認められる。

- ①プレートを構成するステンレス板は、「JIS G 4304:2015 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定する化学成分および機械的性質を有する。
- ②プレートを構成するゴムは、「JIS K 6353:2011 水道用ゴム」（Ⅲ類）に規定する物性を有する。