

# 橋梁補修における利便性を向上した排水管の取り組み —プレート一体型のステンレス製排水管—

キーワード：排水管補修、コスト縮減、新技術、品質

## 1. はじめに

橋梁点検の結果より橋梁の損傷は水に関連した箇所が多く発生しており伸縮装置や床版上の防水処理および対策を行うのと合わせ排水管の適切な設置が必要となっています。

橋梁用排水管は一般的にVP管（硬質塩化ビニル管）といった樹脂成型品やSGP管、STK管（炭素鋼鋼管）等が採用され、必要に応じVP管であればFRPによる補強、鋼管であればメッキや塗装等の表面への処理を行うがVP管は紫外線、寒さによる可塑剤の劣化による破損等、鋼管は融雪剤等の影響によるメッキの劣化による腐食の発生、重量物となり撤去含め施工性に課題があります。またどちらの管種も橋梁用に特化されたものではなく幅広い用途に使用される汎用品であり場合によっては橋梁用には適していない、逆に過剰な場合もあります。

本文は橋梁用排水装置に特化し材質をステンレス、形状をプレート一体、パイプを薄型とし特に補修時への利便性を向上した橋梁向け専用排水管の優位点や従来種との比較、課題をまとめたものです。

## 2. 既存損傷現場例と課題

### 2-1 現状

多数を占める小規模橋梁では柵一体が数多く採用されている。またそこに加え床版や張り出し下面の露出部から排水管へ接続する垂れ流し管が接続されている場合があります。

### 2-2 課題①劣化例

経年や融雪剤等の環境条件により図-2.1のように腐食している状況が散見されます。



図 2.1 既設管腐食例

この場合、排水柵を交換することが好ましいが諸々の条件（予算、工期、規制等）により露出箇所、すなわち排水管のみで適切な処理が必要とされる場合が多数あります。

### 2-3 課題②長さの問題例

既設の長さと同様では図-2.2のように柵等に飛沫水が付着し柵本体の劣化要因となっている場合もあります。現在の新橋設計指針では柵下面から排水管を20cm以上延長することが求められており補修時にも同様の対策を取ることが必要です。



図 2.2 飛沫水による柵への影響例

### 2-4 課題③その他例

図-2.3のような柵とコンクリート間から遊離石灰が漏れ出ている場合や、損傷脱落等で適切な長さが無く下面を排水が伝っている場合もあり対策を取ることが好ましいです。



図 2.3 隙間や長さが足りず漏水している例

## 3. 既設排水管で補修時の課題と代替案について

### 3-1 既設排水管の種別

一般的に橋梁用排水管は先に記載の通りVP管（硬質塩化ビニル管）といった樹脂成型品やSGP管やSTK管（炭素鋼鋼管）等が使用されることが多い。その際の課題を「2. 既存損傷現場例と課題」に沿ってまとめたものが次項の3-2～3-4になります。

### 3-2 「2-2 課題①劣化例」に対し

入手性も良く最も一般的に使用される VP 管は融雪剤の影響を受けませんが紫外線や寒さそのものに対し可塑性の劣化が発生し環境によっては比較的早く劣化が進み破損する場合があります。そこで取替が困難な箇所や寒冷地では鋼管を採用する例が少なくありません。しかし鋼管は融雪剤の影響を受けメッキ層が貫通すると急速に腐食が進み問題となります。

### 3-3 「2-3 課題②長さの問題例」に対し

長い管を使用する場合、特に鋼管は重量があり、施工時の負担が発生しやすくなります。また既設排水柵の露出部が傷んでおりタップ孔を設けられず既設柵との接続が出来ないことより支持金具の数量が増えます。

### 3-4 「2-4 課題③その他例」に対し

既設排水柵の露出部を覆うようなプレート排水管に取付け、そのプレートを下面に密着させ漏水が下面を伝うことを防ぐ方法があります。しかしながら VP 管の場合は塩ビ溶接となり溶接強度が鋼材の溶接と比べると難があります。鋼管の場合はメッキを施す関係上、厚みが必要となり重量が更に増します。

### 3-5 代替案としてプレート一体型のステンレス製排水管について

2-2~2-4 の課題に対し既設排水管では 3-2~3-4 の課題が発生します。それらの課題に対し橋梁添架排水管に特化し材質から見直したアプローチを紹介します。具体的にはステンレス鋼材 (SUS304) を使用し用途を限定することで薄型で成型し JIS 規格のステンレスパイプを利用する場合と比較し軽量化、低コストを実現します。

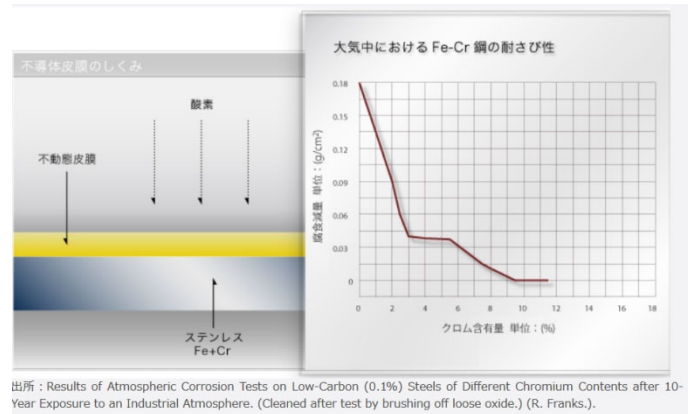
## 4. プレート一体型のステンレス製排水管の優位性について

### 4-1 耐候性について

ステンレス鋼材は鉄にクロムを添加しクロムが酸素と結合することで不動態皮膜を育成し保護します。この不動態皮膜はいちど破壊されても酸素に触れることで再生する能力があります。(図-4.1) このことで長期に渡り非常に錆びにくい特性を持ちます。また紫外線に対しても今アプローチで使用しているオーステナイト系(ステンレス)SUS304 は極低温に対しても非常に強いという寒冷地で使用に極めて優れた特性を持っています。

参考：SUS304 TP 最低使用温度 -196 度 SGP 最低使

用温度 -10 度 (図-4.2)



出所：Results of Atmospheric Corrosion Tests on Low-Carbon (0.1%) Steels of Different Chromium Contents after 10-Year Exposure to an Industrial Atmosphere. (Cleaned after test by brushing off loose oxide.) (R. Franks).

(ステンレス協会 HP より抜粋)

図 4.1

規格名称	種類の記号	製造方法等	規定厚さ	各温度における許容引張応力 (N/mm <sup>2</sup> )																								
				80	100	120	140	160	180	200	225	250	275	300	325	350	375	400										
配管用ステン パイプ (JIS 5459)	SUS 304 TP	S W	200	170	150	130	110	90	70	50	30	10	0	40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400
			250	180	160	140	120	100	80	60	40	20	0	40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400
			300	190	170	150	130	110	90	70	50	30	10	0	40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375

規格名称	種類の記号	製造方法等	規定厚さ	各温度における許容引張応力 (N/mm <sup>2</sup> )																								
				80	100	120	140	160	180	200	225	250	275	300	325	350	375	400										
配管用金属網 (JIS 5452 (1997))	SGP	E B	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(経済産業省 HP 掲載資料 別表第 1 鉄鋼材料の各温度における許容引張応力、特定設備の技術基準の解釈 経済産業省 HP 掲載資料より)

図 4.2

大気暴露での質量減データを図-4.3 にて示します。大気暴露試験の為、参考になりますが他の鋼材と比較し質量減が非常に少なくなっています。

8年間暴露後の質量減 (mg/cm <sup>2</sup> )			
鋼種	臨界工業 (川崎)	都市工業 (王子)	海岸 (興津)
SUS304	0.055	0.002	0.10
SUS430	0.13	0.036	0.16
亜鉛鉄板	88.0	52.6	39.0
耐候性鋼板	66.0	29.3	39.0

出所：防食技術 19(1980)401-409

(ステンレス協会 HP より抜粋)

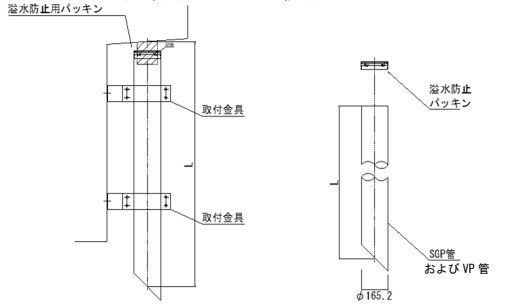
図 4.3

### 4-2 重量について

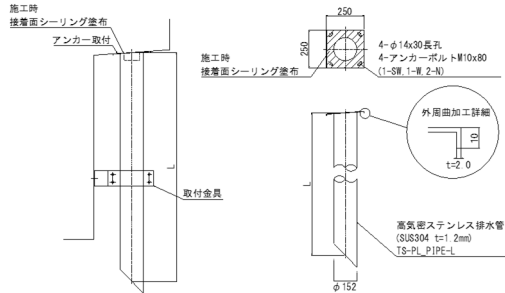
先に記載の通り SUS304 を用いることでメッキが不要となります。また専用とすることで他への流用を考慮する必要が無く添架管に必要な強度があれば良い為、薄型とすることが出来ます。結果、具体的な形状では次項の表の通り大幅な軽量化を図ることが出来ます。(図-4.4) 運搬、施工時の負担、下面へアンカー等で取り付ける際のコンクリートへの負荷を軽減することが可能になります。

重量比較 ※下記図の 仕様時	塩ビ管	鋼管	プレート一体型の ステンレス製排水管	
	VP管	SGP管	t=1.2溶接管 仕様	t=0.5スパイ ラル管仕様
φ150/150A L=500時	約3.4kg	約10kg	約3.2kg	約3kg
φ150/150A L=1500時	約10.1 kg	約30kg	約7.8 kg	約5.3kg

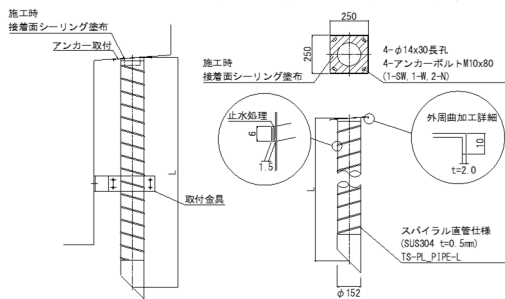
各管種重量比較表



VP管およびSGP管の比較仕様



プレート一体型のステンレス製排水管（溶接管）比較仕様



プレート一体型のステンレス製排水管（スパイラル管）仕様

図 4.4

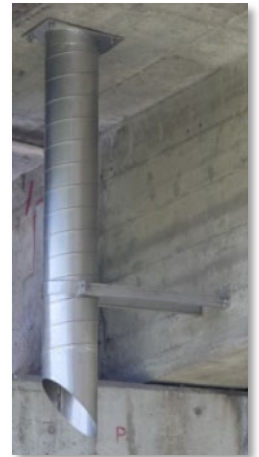
#### 4-3 一体のプレート部について

プレート一体型の仕様により下記の有用性を得ることが可能になります。（使用方法は図-4.5 となります）



図 4.5

・プレート部をあと施工アンカー等で取付ける為、支持金具が不要、もしくは従来仕様より支持金具数量の削減が可能になります。（図-4.6※図-4.4も合わせ参照）



↑概ね L=300~500 未満時

は支持金具不要

→長い場合でも通常より

支持金具数の削減が可能

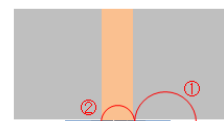
図 4.6

・プレート部をシール塗布し下面へ密着させることで下面を伝う水の漏水を防止できます。（図-4.7/-4.8）

### 水切り効果について①

※イメージになります

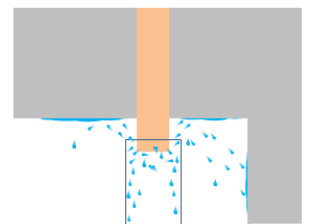
#### プレート一体型の ステンレス製排水管



管内部での飛沫水や伝う水をプレート部により管内部で水切りが可能・・・①

既設管が張り出し下面等から出てしまい、場合でも設置、水切りが可能・・・②

#### 従来の排水装置例



既設管が短い場合、ラップする長さの確保が難しく管内部での飛沫水や伝う水が張り出し下面や桁等に届く場合がある

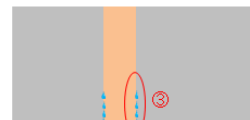
左図②の場合、設置そのものが困難

図 4.7

### 水切り効果について②

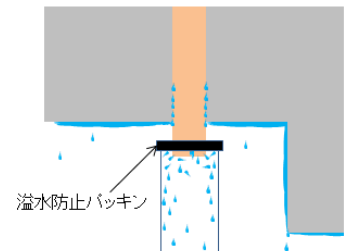
※イメージになります

#### プレート一体型の ステンレス製排水管



既設管とコンクリートの隙間より漏水、析出した遊離石灰を管内部での水切りが可能・・・③

#### 従来の排水装置例



溢水防止パッキン等を接続した場合、管内部からの飛沫水等は抑えられるが左記③の場合は水切りが不可

図 4.8



## 5. 提案する仕様、形状について

### 5-1 基本（ベース）仕様

図-5.1 はプレート一体型のステンレス製排水管の基本とした形状の例です。

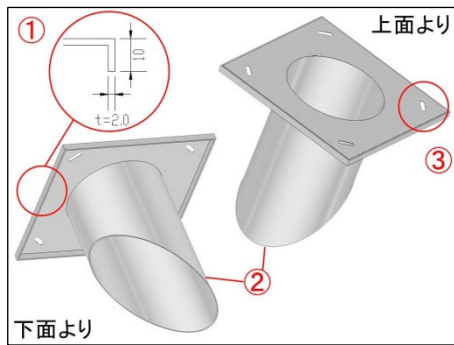


図 5.1 基本形状

橋梁用添架排水管へ用途を限定しステンレス鋼材を利用することで薄型軽量化を実現しています。

①のプレートはステンレスであり不動態皮膜で保護されメッキ不要です。その為、 $t=2\text{mm}$  を使用しています。（一般鋼材の場合はメッキ HDZ55 の場合  $t=6$  以上が必要） $t=2\text{mm}$  ですが全周を曲げ加工としプレート部の強度向上を図っています。

②の管部は図例の  $\phi 150$  時で  $t=1.2\text{mm}$  です。こちらも土中に埋設等の用途を考慮しなくても良い橋梁添架専用管で①同様メッキ不要の為、薄型軽量を可能としています。

③は長孔とすることで設置用アンカー削孔時の鉄筋回避を容易くしています。

### 5-2 その他仕様（バリエーション）例

補修の現場においては計画時の状況に応じ様々な選択肢が考えられます。理想的な形状があった場合において従来の汎用管ではメッキや溶接の都合、元になる既製品パイプの仕様等があり現場施工時に排水管に合わせるといった事も時には起こりえます。プレート一体型のステンレス製排水管はそのような制約は比較的少なく現場により適した形状を製作出来る可能性が高くなります。

具体的な製作例を図 5.2 に表記します。

#### a. スパイラル直管仕様

→長尺の直管の場合コストメリットがあります

#### b. 曲管仕様

→干渉物がある際等、適切な形状で製作可能です

#### c. 角管仕様

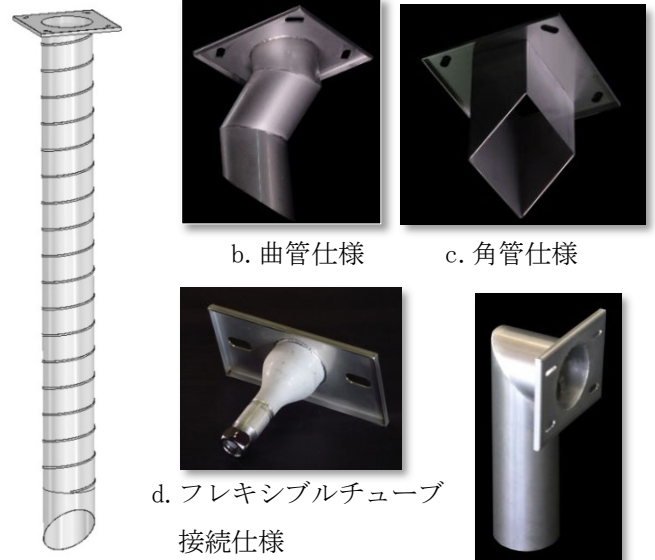
→フラットにしたい場合等に。曲げ仕様も可能です

#### d. フレキシブルチューブ接続仕様

→フレキシブルチューブ接続が可能です

#### e. 地覆側面仕様

→横向きに取付け鉛直に導水が可能です



#### a. スパイラル直管仕様

#### e. 地覆側面仕様



図 5.2 バリエーション形状例

←プレートに角度を付けたりサイズを変更することも比較的容易に可能です

## 6. 注意事項

ステンレス鋼材を使用している為、他鋼材と接触し電蝕が発生する場合は絶縁対策が必要となります。具体的には支持金具に SS400 メッキを使用する場合である。この場合は金具の内側に EPDM(ゴム)を貼り付け対策を施しています。

## 7. まとめ

高品質だが通常は高価と考えられているステンレス鋼を橋梁添架専用とし用途を限定することで薄型化に出来コストも比較的抑えられる。プレート部の全周曲げ加工やスパイラル成型を用いる、また薄型により各種加工も容易になり様々な形状でのアプローチが可能となり現場毎に異なるオーダーの要望が多い補修工事に対しより良い提案の可能性が考えられる。軽量による安全面、リサイクル可能なステンレス鋼の環境面でのメリットもこれからの時代に適したアプローチと考えられる。