

# Technical Report

## 技術レポート 2

### 沖縄宮古島～来間島を結ぶ 来間農道橋1.7kmに呼び径300mm ダクトイル鉄管を添架

沖縄開発庁沖縄総合事務局  
宮古農業水利事業所

#### 1. はじめに

国営かんがい排水事業宮古地区は、沖縄本島の南西約300kmに位置する宮古島および来間島からなる面積約160 km<sup>2</sup>の農業地帯である(図1参照)。

本地区では、珊瑚礁からなる琉球石灰岩に覆われた平均標高60mの平坦な台地を利用して砂糖黍などの畑作物が栽培されているが、かんがい施設が皆無に近い状態であるため、しばしば干ばつの被害を被ってきた。このため、既設の皆福地下ダムおよび仲原流域の地下水ならびに農用地整備公団が新設する砂川地下ダム・福里地下ダムを水源とした農業用水を確保し、併せて県営および団体営の関連事業によりかんがい施設の設置、ほ場整備などを行い、農業経営の安定と近代化を図ることを目的としている。事業の進捗率は、平成5年度末時点で4割近くに達し、すでに300haの畑地が散水可能となっている。

今回紹介する来間島導水路は、野原2号幹線水路から分岐して砂川地下ダムの地下水をファームポンド(写真5参照)にポンプアップしたあと、来間島へ送水するためのパイプラインであり、昭和62年事業着工時点においては全長3,330mのうち海底送水部1,500mで計画されていたが、その後、宮古島と来間島を結ぶ来間農道橋(写真1参照)が採択されたことに伴って路線変更を行い、送水管を農道橋に添架することとしたものである。

パイプラインの添架については橋梁本体と一体的に施工する案もあったが、橋梁本体施工後、地覆施工前の時期に添架することが最適となることから分離施工とした。このため添架に当たっては、橋梁本体を工事用道路として使用するとともに移動仮設足場を製作し、橋梁工事に支障を来たすことのないように配慮した。ただし、パイプを支えるブラケットの取付用アンカーに

については、橋梁本体に県農林土木事務所の協力のもとで事前に取り付けておいた。

また、管種の選定については、施工性、維持管理、経済性、水密性、耐用年数などを考慮してダクティル鉄管とした。ダクティル鉄管の場合、土

中埋設ならば特別な防食を必要としないが、本管の場合は海上部で露出管となるので特殊な外面塗装を行った。以下にその概要を紹介し、ご参考までに報告する。

## 2. 来間島農道橋梁上部工事概要

工 期：平成2年7月19日～平成7年3月15日（橋面工含まず）

工事場所：沖縄県宮古島下地町与那嶺前浜～来間島（全長1,690m）

構造形式：

	航路橋部	主橋部	
橋 種	プレストレスコンクリート橋		
構造形式	3径間連続PC箱桁橋	3径間連結ポストテンションPC T桁橋	中空床版橋
橋 長	1,690m		
	160m	1,514m	16m
桁 長 (スパン割)	3径間 (45+70+45)	3径間 (10×120)	1径間
		2径間 (3×80+74)	
幅員構成	車道+歩道+地覆=全幅員 6.25 + 1.50 + 1.00 = 8.75m		

## 3. 来間島農道橋梁添架管設計施工

### 1. 設計検討事項

#### ①全体検討事項

- 1) 管種は管径、支持間隔長、荷重などの架設条件を考慮して、もっとも適切なものを選ぶこと。
- 2) 橋梁の可動端の位置に合わせて伸縮継手を設ける。
- 3) 橋台、橋脚部にはたわみ性の継手を設け、径間中間においても動荷重によるたわみの大きい場合は、適当にたわみ性の継手を設ける。
- 4) 添架管のもっとも高い位置に空気弁を設ける。
- 5) 洋上配管の場合は特に防食対策を配慮する。

#### ②管の添架位置

橋桁の最低線より下に管がはみ出なければよい。

#### ③管の添架方法

- 1) 吊ブラケット添架
  - 2) 張出しブラケット添架
  - 3) 横桁穴貫通添架
- #### ④添架ブラケットの間隔
- 1) 管1本に2カ所
  - 2) 管1本に1カ所
  - 3) 管2本に1カ所
- #### ⑤管の継手形式
- 1) 管1本に受台2カ所の場合  
K形、T形、SⅡ形
  - 2) 管1本または2本に1カ所の場合  
SⅡ形

#### ⑥管梁の強度計算

ダクティル水管橋設計方法に準ずる。

#### ⑦ブラケット

- 1) 強度計算：J D P A T30「下水道用ダクティル管路 設計と施工」の34ページを参照。
- 2) 形状寸法：W S P水管橋設計基準の42ページ



ジを参照。

### 3) 材質および塗装

#### ⑧ ブラケットの橋体への取付け

- 1) アンカーボルト打ち込み
- 2) インサートアンカー埋め込み
- 3) ケミカルアンカー

#### ⑨ 添架による橋体への影響

- 1) 管取り付け部分での部材への影響
- 2) 橋桁の軸方向の応力およびたわみの影響
- 3) 橋台、橋脚の反力の影響

#### ⑩ 橋台の貫通

##### 1) さや管埋め込みの場合

隙間の充てん材の選定(アスファルト、ウレタン、エポキシモルタルなど)

##### 2) 鉄筋コンクリート巻き立て

#### ⑪ 塗覆装

##### 1) 内面

- ① モルタルライニング
- ② 液状エポキシ樹脂塗装
- ③ エポキシ樹脂粉体塗装

##### 2) 外面

JDPA, Z 2009により検討を行う。

#### ⑫ 鋼管との比較

強度、耐久性、施工性、経済性

#### ⑬ 添架工事仮設

- 1) 移動踊場式
- 2) パイプ足場式
- ⑭ 準拠する基準

- 1) 土地改良事業標準設計第4編/パイプライン解説書(農林水産省構造改善局)
- 2) 道路橋設計製作示方書(日本道路協会)
- 3) 水道施設設計指針・解説(日本水道協会)
- 4) ダクティル管による水管橋の設計と施工(日本ダクティル鉄管協会)

## 2. 設 計

### ① 管 種:ダクティル鉄管

### ② 呼び径:300mm

### ③ 継 手:一般部…T形 曲がり部および橋台、橋脚部…SⅡ形

### ④ 管 厚:T形…5.0mm(B種管) SⅡ形…6.5mm(3種管)

### ⑤ 空気弁:呼び径75mm急速空気弁(補修弁付)…3カ所

### ⑥ 添架橋桁の形式:プレストレスコンクリート橋の箱桁、T桁、中空床版桁

### ⑦ 管の添架位置 床版上面から管中心まで1,140mm

### ⑧ 管の添架方法 T桁、箱桁は張出しブラケット添架。中空床版桁は吊りブラケット添架。

### ⑨ 添架ブラケットの間隔 管1本に2カ所(2~3.5mピッチ)

### ⑩ 管梁の強度計算 ダクティル水管橋設計方法に準ずる。

### ⑪ ブラケット

材 質: S U S 304

数 量: 595個

AタイプT桁最低面部…380個

Bタイプ箱桁…56個

CタイプT桁変化部…28個

DタイプT桁変化部…48個

EタイプT桁変化部…28個

FタイプT桁ジョイント部…48個

Gタイプ吊式床版部…7個

強度計算: J D P A T30「下水道用ダクティル管路 設計と施工」の34ページを参照。

形状寸法: W S P水管橋設計基準の42ページを参照。

### ⑫ ブラケットの橋体への取り付け

インサートアンカーの埋め込み(M16セラミックス製1個当たりの引き抜き耐力5.33トン)

### ⑬ 添架による橋体への影響

橋桁、橋台、橋脚への影響はほとんどない。

### ⑭ 橋台の貫通

さや管(VP)埋め込みダクティル鉄管貫通後、隙間の充てん材はエポキシモルタル。

### ⑮ 塗覆装

#### 1) 内面

直 管…モルタルライニング

異形管…合成樹脂(一液性エポキシ樹脂)



### 4. 計画時の問題に対する解決策

#### 1. 添架物全重の軽量化

橋梁の設計条件(添架物の単位長さ当たり重量)が先行決定されており、これに合わせるため添架物の軽量化が必要となった。

##### ①管本体の軽量化

T形直管、K形直管、S II形直管の重量を比較した。

表2 T形、K形、S II形直管の重量比較表  
(直管1本分)

	T形直管 (B種管)	K形直管 (3種管)	S II形直管 (3種管)
管 本 体	231.0	301.0	339.0
ライ ニング	81.9	81.9	80.9
押 輪		8.9	12.9
ボルトナット		3.3	3.3
ロックリング			1.3
ゴ ム 輪	0.6	0.8	1.0
合 計	313.5	395.9	438.4

比較検討の結果、T形直管を私用する。(ただし、曲管部および桁の繋ぎ目はS II形とする)

##### ②ブラケットの軽量化

導水路は桁の種類が変わっても、床版上面

から管の中心までの垂直距離(H=1.14m)を一定に保ち、水平位置はブラケットの長さを調整して可能な限り管が水平に曲がらないような管路とした。

ブラケットの強度計算を何度か繰り返し、管受け部を簡素化して図3のようにブラケットの軽量化を果たした。

#### 2. 橋体と管の熱伸縮に対する対応

橋体と管との温度差を最大60℃と設定し、管1本当たりの伸縮量  $l$  を求めた。

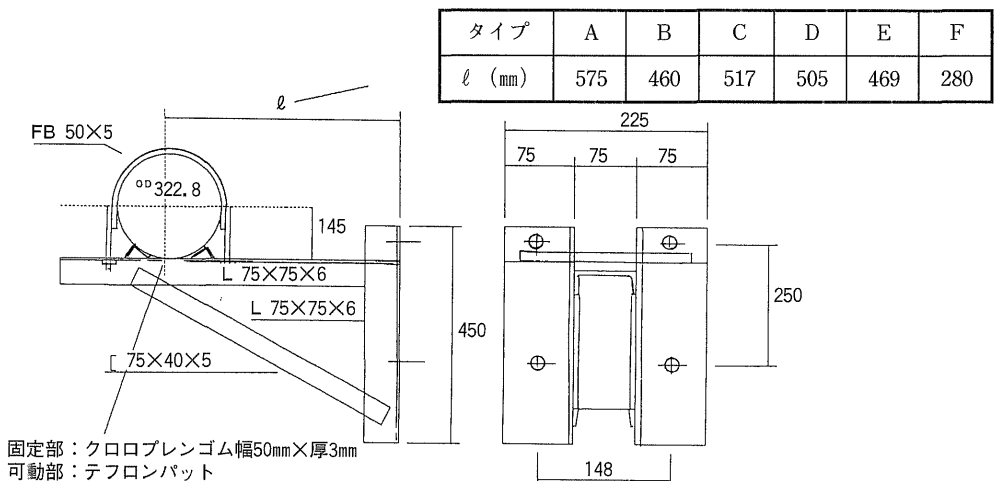
$$l = \alpha \cdot T \cdot L = 1 \times 10^{-5} \times 60 \times 6,000 = 3.6 \text{mm}$$

呼び径300mmのT形管許容胴付間隔は25mmなので、据え付け時のクリアランスを十分に確保できた。

また、呼び径3.6mmの伸縮に対処するため直管1本を支える2個のブラケットのうち、片方は固定とし、他方は可動とした。固定にするためにブラケットと管底との間にクロロプレンゴムをはさんで管バンドで管を締め付けた。

また、可動にするためにブラケットと管底との間に摩擦係数の小さいテフロンパットを敷き、管バンドは管を締め付けないよう取り付け(図4参照)。その結果1本の直管は隣接する直管にせん断力や曲げモーメントを伝達しない独立した設計構造になっており、継手の伸縮、屈曲性能が発揮されるので温度差による熱伸縮に対応するだけでなく、台風時や地震時、あるいは大

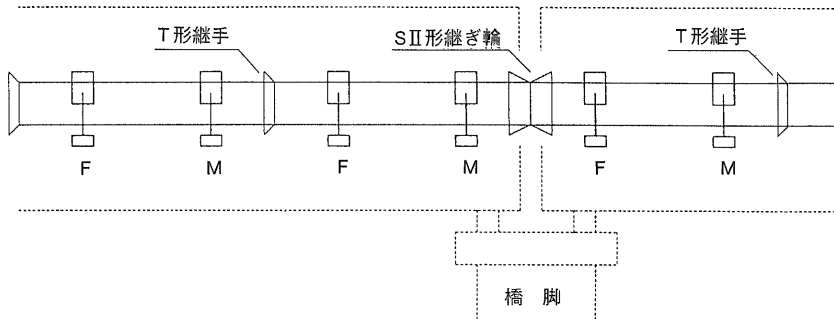
図3 ブラケットの構造図



型車の通行による橋の振動などによる橋や管体の波動現象に対しても順応できる構造とした。

また、橋脚部の橋の伸縮(最大100mm)にはSⅡ形継ぎ輪で対応した。

図4 ブラケットの固定(F)、可動(M)の配置図

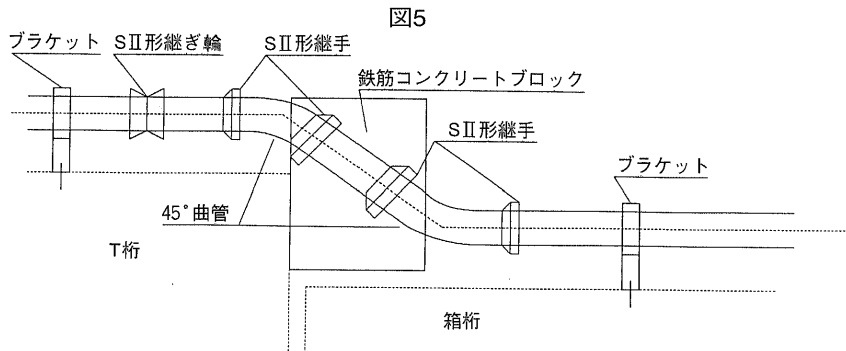


### 3. 特殊部分区間の管路構成

#### ① T桁と箱桁との繋ぎ部分

SⅡ形45°曲管2個をもとに水平方向に折り返した一体化管路を構成した。しかし、そのままの状態だと不平均力による偶力モーメントが発生し、ブラケットが破損する恐れがある。

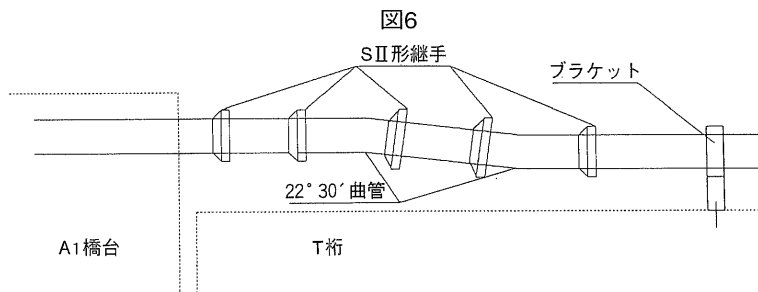
その対策として曲管と曲管の間にある甲切管部分を鉄筋コンクリートブロックで巻き立て橋脚上面に固定した。また、一体化管路と一般添架部との繋ぎにはSⅡ形継ぎ輪を使用した。



#### ② A1橋台付近

SⅡ形22°30′曲管2個をもとにねじり折り返した一体化管路を構成した。しかし、そのままの状態だと不平均力による偶力モーメントが発生し、ブラケットが破損する恐れがある。

管路の折り返し部分をSⅡ形(ライナー付)で一体化し、A1橋台で固定した。



③ T桁と中空床版桁との繋ぎ部分

S II形11° 15′ 曲管2個をもとに折り返した一体化管路を構成した。そのままの状態でも不平均力による偶力モーメントが発生し、ブラケットが破損する恐れはない。偶力モーメントにより生じる管路の回転をブラケットで阻止した。

4. 防食対策

洋上の厳しい環境を考慮し、特別な防食対策を施した。

① 管外面塗装の選定

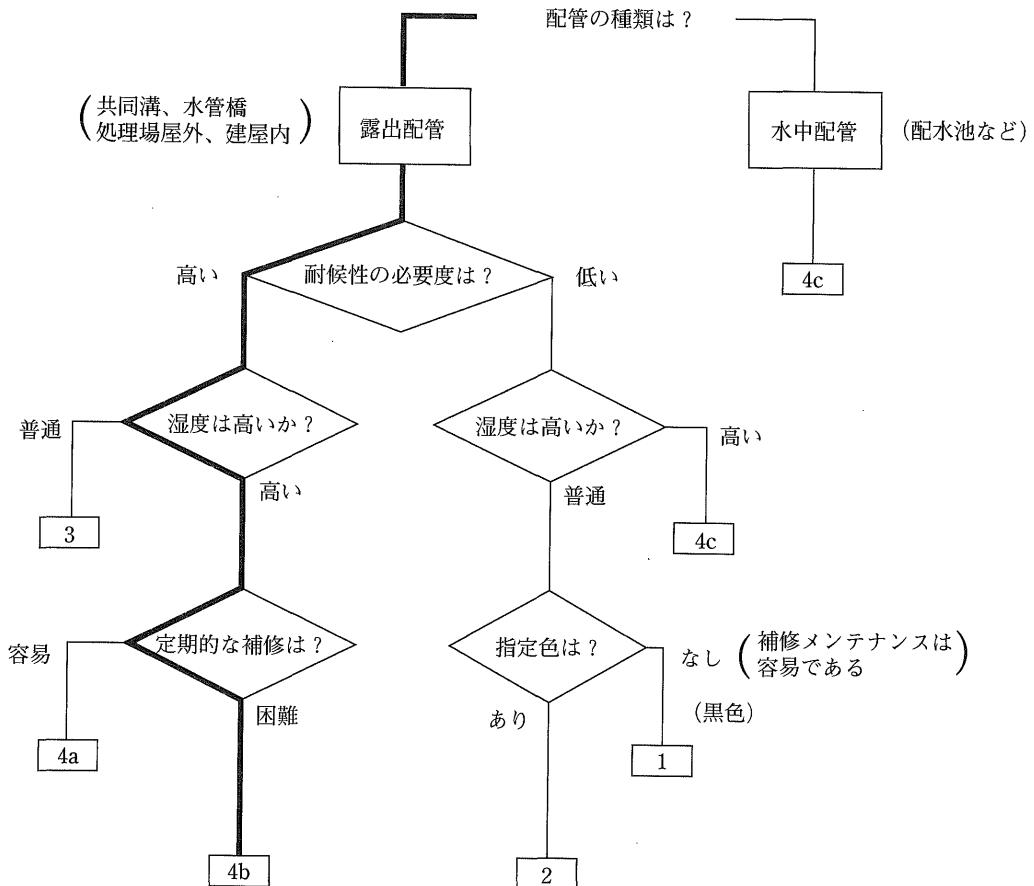
ダクタイトル鉄管外面特殊塗装(JDPA Z

2009)には6種類の塗装パターンがあり、次の選定手順にしたがって決定した。

② 管外面の現地塗装

通常現地塗装は管を据え付けたあとに2回各20μ塗布するのが普通であるが、それではブラケットとの接触面の塗装が不可能となる。それで現地陸上部の仮置場で1回目30μの塗装を行い、管を据え付けたあとに1回25μの塗装を行った。これにより、工期短縮ができ、また、海上での塗料の垂れ、漏れなどの公害防止にも役立った。

③ ブラケットおよび取り付け六角ボルトナットの材質選定





SS41材に塗装という案も考えたが、補修工事が難しい条件を考慮してすべてステンレス鋼(SUS 304)とした。

④ブラケット用ゴムの材質選定

耐候性の高いクロロプレンゴムを選定した。

5. 管の据え付け接合

①添架工事仮設の検討

移動踊り場式とパイプ足場式が考えられるので、両案の経済比較を行い、移動踊り場式を選定した。

表3

区分 工種	移動踊り場式			パイプ足場式		
	数量	単価	金額	数量	単価	金額
仮設本体 製作・損料	(基) 1	(千円) 5,830	(千円) 5,830	1式=1,690m		(千円) 15,060
トラック クレーン リース料	15t吊り 設定150日	(千円/日) 44	6,600	5t吊り 150日	(千円/日) 36	5,400
計			12,430			20,460
備考		リース料 積算資料 1993.5		トラック クレーンは パイプ用		

②移動踊り場式作業

作業車:10トンユニック車

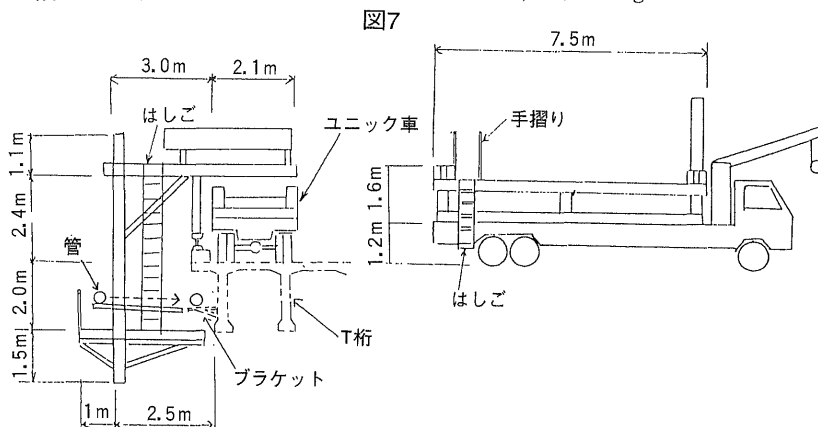
転倒防止:カウンターウエイト方式

荷台サイズ:幅2.1m×長さ7.5m

踊り場サイズ:幅3.53m×長さ7.00m

作業者定員:4名

許容荷重:呼び径300mm直管1本分(含付属品)で約350kg



5. おわりに

日本一の農道橋に呼び径300mmダクタイル鉄管が無事添架された。移動踊り場式作業車が効力を発揮し、ダクタイル鉄管の施工性のよさも相まって作業は考えていた以上にスムーズに進

行した。添架後の美観もよく、管とブラケットの軽量化にも成功した。防食対策も完全に施工されており、耐久性が十分に期待できる。

橋梁本体に導水路を添架し、また、湿度の高い

海上部で露出管となるというこの工事は全国でもあまり例がなく、工事記録に新たな1頁を書き加えた。

最後に、施工に当たって技術協力をいただき

た各位諸氏に誌上を通して感謝申し上げますとともに、今後同様の添架工事をてがける上でご参考になれば幸いである。

写真1 来間島から宮古島を見る

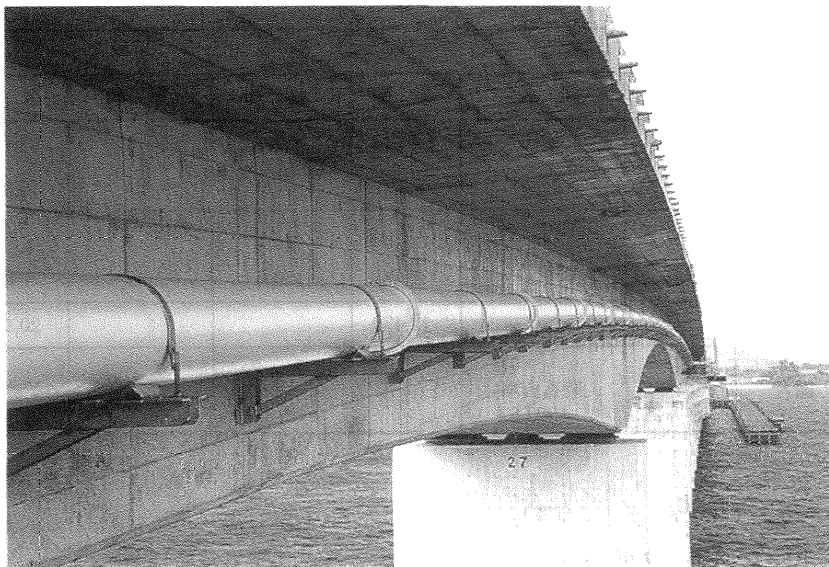


写真2 10トンユニック作業車(踊り場付)



写真3 踊り場での作業

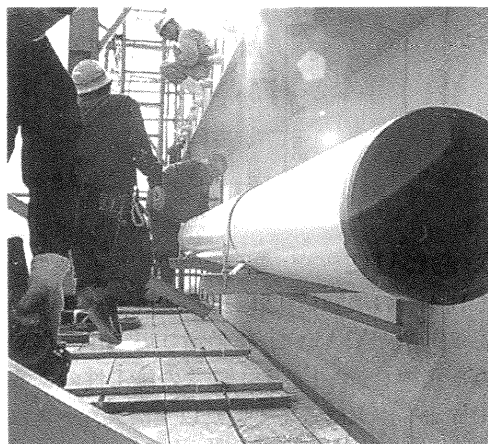


写真4 T桁部のブラケット

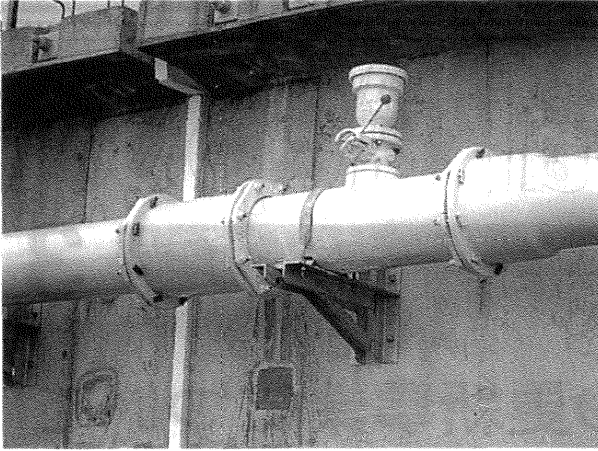


写真5 ファームポンド

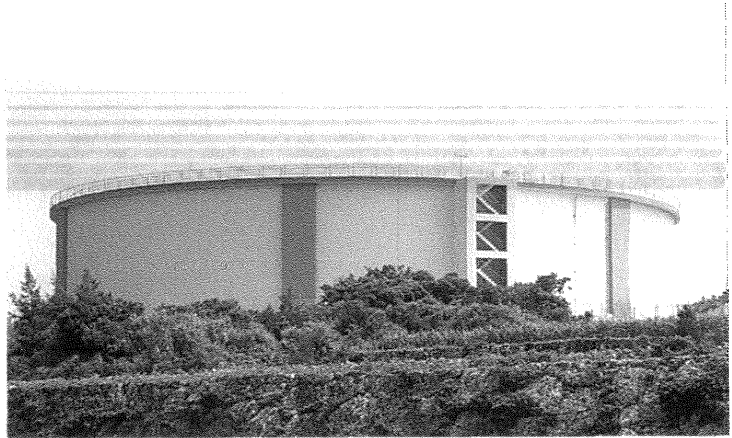


写真6 P41橋脚部の11°15' S II形曲管

