

## 新たな非開削ニーズに対応する改築推進技術

### — 石川県輪島市門前地区におけるアイエムリバーズ工法の施工例 —



粕川 雅敏

KASUKAWA Masatoshi

アイアンモール協会  
技術部会員・RPS研究会員

#### 1. はじめに

平成19年3月25日午前9時41分頃、能登半島沖を震源とし、マグネチュード6.9（最大震度6強）の大地震が発生した。輪島市全域の下水道施設は公共下水道、農業集落排水、漁業集落排水を合わせて約16kmの甚大な被害を受けた。今回紹介するアイエムリバーズ工法の施工例は、地震という外的要因により下水道管渠が破損、蛇行・たるみ、逆勾配を起し下水道機能が停止または機能が著しく低下した管渠を迅速かつ高精度に復旧するために、被災管渠延長約1.2kmの敷設替えに適用された。改築推進工法でこれだけの大規模で採用されたのは国内初である。施工では一部想定外の問題が発生したが、施主をはじめとし、当協会員など工事関係者の多大なる尽力と協力のもと、無事全スパン到達することが出来た。

本稿では、これらの経緯と施工状況及び結果を紹介する（写真-1）。



写真-1 門前総合支所

#### 2. 被害状況

対象となった下水道管渠は、震源に近い輪島市門前地区にある、主要幹線最下流にある門前水質管理センターに流入する。この幹線は国道249号線の道路下に敷設されており、下流部であるため敷設土被りがGL-4.2~6.3mと深い。ほとんどの既設人孔は液状化により浮き上がっており、下水道管渠は上下左右の蛇行・たるみを起している事は地上から想定される。一部は管渠が破損または抜け出しにより、周辺の土砂が管渠内に流入し、下水道の流下不能箇所あり応急仮排水が施された（写真-2, 3）。

#### 3. 工法選定

改築推進工法が必要と考えられた対象路線は（表-1）の通りである。管路が蛇行・たるみ、逆勾配等を起しており、更生工法では復旧が困難なため敷設替



写真-2 人孔付近地盤沈下



写真-3 応急仮排水

工法の選定では(社)日本下水道管渠推進技術協会が発刊する「最新・改築推進工法」の工法の選定に準じ選定された(図-1)。対象の既設管種は、開削用ヒューム管、推進用ヒューム管(SUSカラー)、推進用ヒューム管(SUSカラー) さや管/φ200mm塩化ビニール管の3種類に分類され、蛇行・たるみ、逆勾配等を起こした既設管の敷設替えが可能な工法は「回転破碎方式(A)方式」とされた(図-2, 3)。供用されている既設汚水は、民家の取付管はサービス管となっており、仮排水は本管の仮排水のみで良いため在来工法(圧送ポンプと配管)とされた。

えで検討された。敷設替えでは開削工法と非開削工法(新設推進工法及び改築推進工法)で比較。開削工法では土被りが深く、土質及び地下水位、経済性などから非開削工法が選定された。新設推進では横に別ルートで敷設することになり、既設管渠の埋め殺しを行いGL-1.5mまでの人孔を撤去するなどを含め、交通事情や経済性から改築推進工法が選ばれた。改築推進

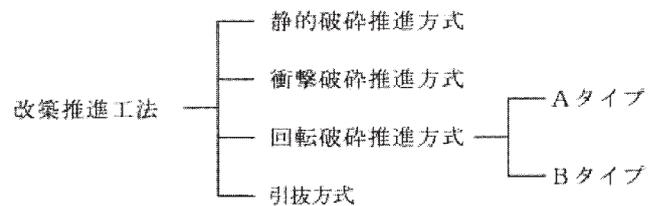


図-1 (社)日本下水道管渠推進技術協会「工法の分類」

表-1

工区	既設管種	既設管径(mm)	新設管種	新設管径(mm)	土被り(m)	周辺土質	被害状況	区間延長(m)	スパン数
3019	推進用HP	400	推進用HP	400	5.4~5.9	砂礫	蛇行・タルミ・逆勾配	344.06	5
3018	推進用HP	350	推進用HP	350	5.0~6.3	粘度・シルト	過小勾配	89.91	1
	推進用HP	450	推進用HP	450	5.0~5.5	砂礫	タルミ	81.05	1
	推進用HP	300	推進用HP	300	4.2~5.1	礫・玉石・埋戻土	蛇行・タルミ・逆勾配	428.80	10
	推進用HP(VUφ200)	400/200(鞘管)	推進用HP(VUφ200)	400/200(鞘管)	5.1~5.8	礫・玉石	タルミ	241.76	4
合計								1,185.58	21

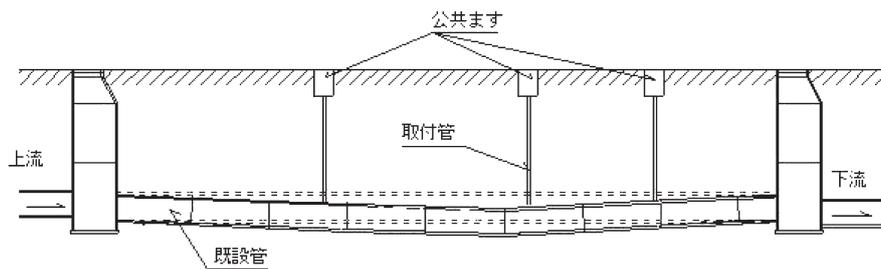


図-2 敷設替えが必要な状態

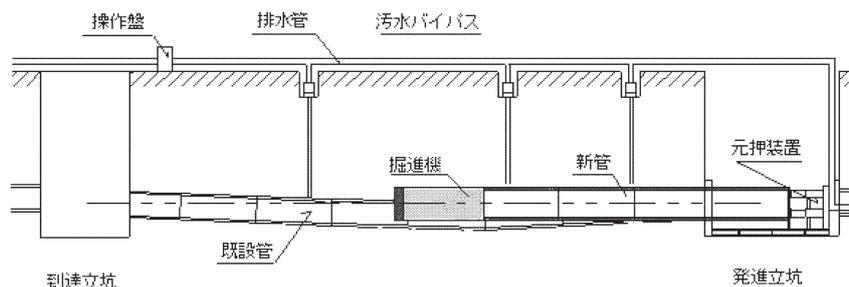


図-3 改築推進状況

## 4. 工事概要

### 4-1 上流工区

工事件名：平成19年災

第3018号公共下水道災害復旧工事

工期：平成19年9月4日～平成20年5月30日

既設管径：φ300開削HP，φ350推進HP，

及び管種 φ400推進HPさや管（VUφ200），  
φ450推進HP

新設管径：φ300推進HP，φ350推進HP，  
φ400推進HPさや管（VUφ200）

延長：841.50m（16スパン）

周辺土質：砂礫層，礫玉石層，

粘土・シルト層（地下水有り）

土被り：4.2～6.3m

既設管状態：破損，蛇行・たるみ（上下左右）等

その他条件：開削HP路線は枕木基礎有り，

さや管路線はスパーサ（ $t \approx 5\text{mm}$ ）

（図-4，5，6）

改築推進工位置図(2)  
3018上流工区  
好丁火(2),(3)

好丁火 NO.	T区	既設管	既設管径 mm	変更管	変更管径 mm	スパン数	延長(m) (※旧区間距離)
2	3018	推進用HP	350	推進用HP	350	1	89.81
3	3018	推進用HP	450	推進用HP	300	1	81.05

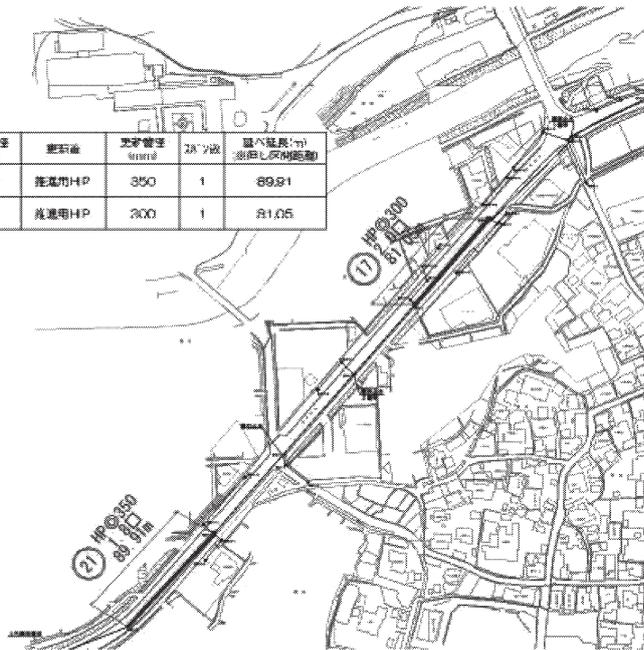


図-4

改築推進工位置図(3)  
3018上流工区  
好丁火(4)

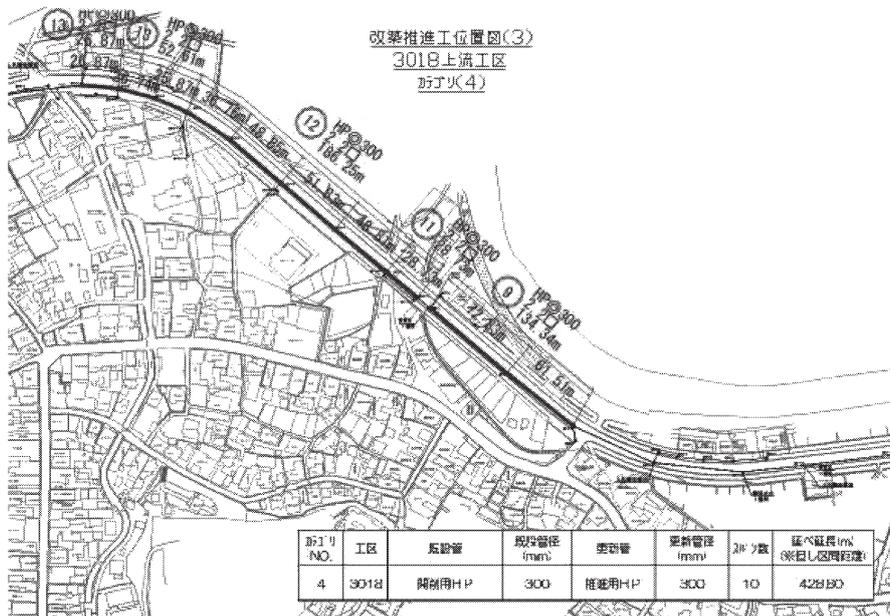


図-5

改築推進工位置図(4)  
3018上流工区  
アリエリ(5)



図-6

改築推進工位置図(1)  
3019下流工区  
アリエリ(1)

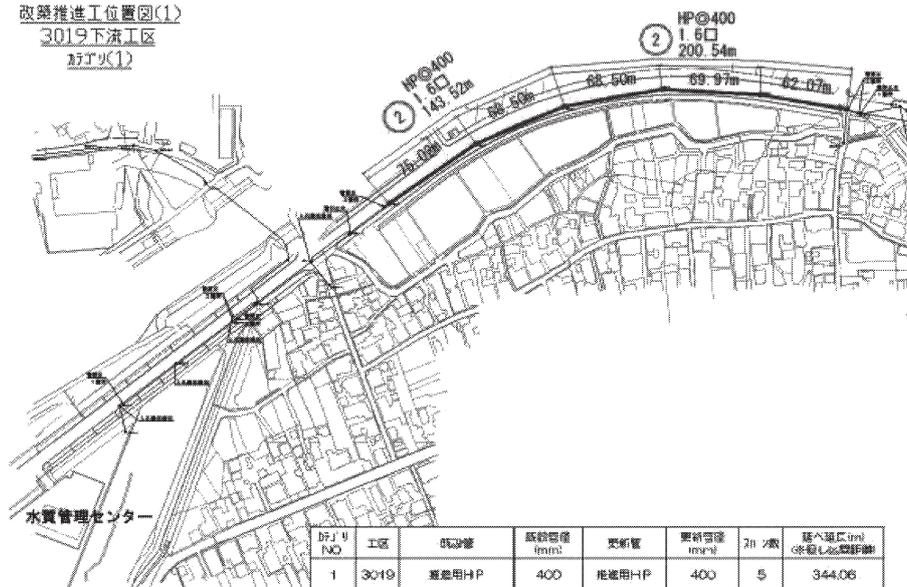


図-7

#### 4-2 下流工区

工事件名：平成19年災

第3019号公共下水道災害復旧工事

工期：平成19年9月4日～平成20年3月26日

既設管径及び管種：φ400推進HP

新設管径：φ400推進HP

延長：344.06m (5スパン)

周辺土質：砂礫層 (地下水有り)

土被り：5.4～5.9m

既設管状態：破損、蛇行・たるみ (上下左右) 等

(図-7)

## 5. アイエムリバース工法の特長

アイエムリバース工法は礫・岩盤等の難地盤にも対応可能なスリムアークTA500, アイアンモールハイパー TP75SCL, TP95S, TP125Sをベースマシンとし、カッターヘッドに既設管破碎用の特殊カッター (スパイラル式またはギア式) を装着し、既設ヒューム管のコンクリート及び鉄筋を細かく破碎回収し掘進する。この特殊カッターは枕木基礎や推進用ヒューム管のSUSカラーも破碎できる。

また、ベースマシンは先導管駆動方式で高トルクを有しているため周辺土質の礫・玉石も細かく破碎可

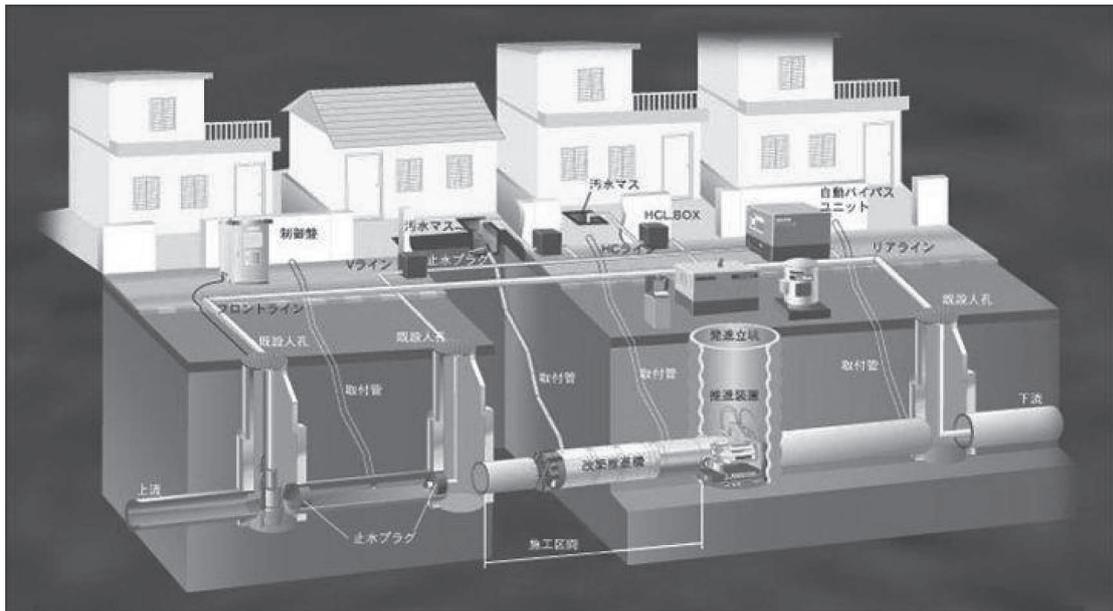


図-8 アイエムリバース工法システム図

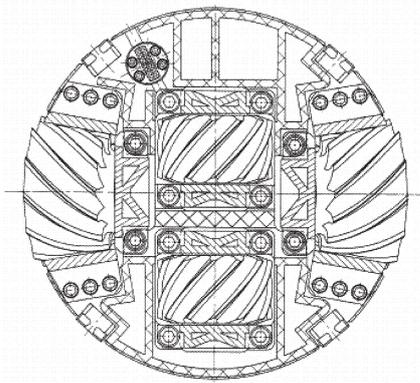


図-9 改築推進用カッターヘッド

## 7. 施工検討

本工事の条件で既設管種が推進管（SUSカラー）であることから、適用範囲及び施工実績があることでアイエムリバース工法が採用された（写真-4）。しかし、施工にあたって検討を進める内、さや管部のスペーサが $t \approx 5\text{mm}$ と判明し、この特殊条件の対応について検討を行い当協会内で事前の掘削テストを実施した。テスト結果は掘進速度がかなり落ちたことと、面板の磨耗が激しかったが、掘進が可能であることが確認された（写真-5～9）。

能である。発進立坑は、 $\phi 250 \sim 300\text{mm}$ は $\phi 2.0\text{m}$ 、 $\phi 350\text{mm} \sim 500\text{mm}$ は $\phi 2.5\text{m}$ の小スペース発進が可能と、汎用性があるため施工コストの低減が可能である（図-8、9）。

## 6. アイエムリバース工法の適用範囲

既設管径： $\sim \phi 1,000\text{mm}$

新設管径： $\phi 250 \sim 1,000\text{mm}$

施工延長：最長150m（条件による）

既設管種：ヒューム管

（開削管，推進管/SUSカラー），陶管  
塩化ビニール管，ポリエチレン管，FRP管

新設管種：ヒューム管（推進用），鋼管，FRP管

周辺土質：普通土，砂礫層，岩盤層

パターン：同径，縮径，拡径，同位置，位置変更



写真-4 推進管SUSカラー



写真-5 テスト用スペーサ (t≒5mm)



写真-8 テスト推進後カッターヘッド



写真-6 テスト推進状況

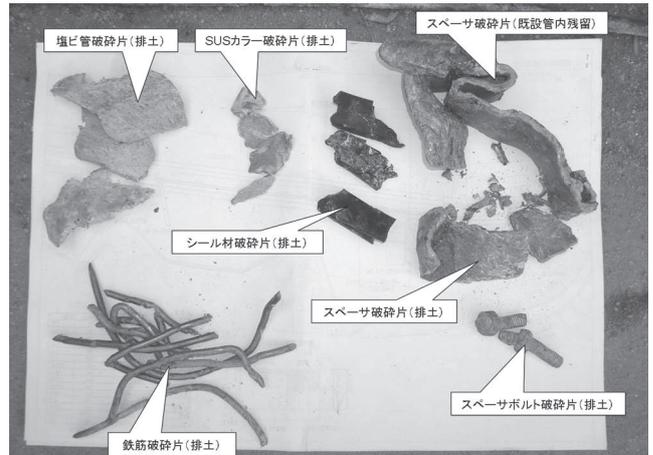


写真-9 テスト時の破砕片



写真-7 テスト推進到達



写真-10 仮排水システム全自動バイパス君

## 8. 施工状況

### 8-1 仮排水

被災した管渠は供用されており、仮排水が必要である。複数パン同時に改築推進が行われるため、計画的・合理的な仮排水を行う必要がある。当協会では仮排水工法全自動バイパス君での敷設替えにおける仮排水を主に施工実績は約17.5km有る。この実績の

内、主に開削による敷設替え時の仮排水で約3～5kmの規模で一斉に施工を行う実績がある。その場合それらの規模で一斉に施工が行われるため計画的・合理的な仮排水が求められる。本工事も同様に一斉に改築推進の施工が行われるため、計画的・合理的に施工が行えるように検討し、仮排水施工を実施した(写真-10)。

## 8-2 立坑築造

既設人孔は液状化により浮き上がりやズレなど被災しているため、人孔も入替える必要があった。人孔の入替えスペースを発進・到達立坑として利用するもとし、当工法は口径φ300mmではφ2.0m、φ350～400mmではφ2.5mの発進立坑寸法で、小スペース化を図り、できるだけ施工コストの縮減を図った(写真-11)。

## 8-3 既設管内充填

既設管は蛇行・たるみ、逆勾配などを起こしており、既設管渠は破損した路線は地下水や土質の関係で、破損箇所から土砂が流入していることから、改築推進の掘削断面に入らない部分は空隙となり、施工後に土砂が流入することにより陥没を起こす可能性があるため、事前に既設管内を充填し、陥没を防止した。充填材はセメントモルタルを使用した(写真-12)。

## 8-4 坑口撤去

新設時に設置された既設の止水器、矢板を事前撤去

する必要があり、φ1,000mmの刃口推進を行い、止水器等の撤去を行った。

## 8-5 改築推進工

改築推進機はカッタヘッドに既設管破碎用特殊カッタ(スパイラル式及びギア式)を装着。仮排水も行われており円滑に発進した。ピーク時は下流工区2台、上流工区5台で合計7台が同時に稼動した(写真-13～15)。改築推進により破碎回収された既設管は、



写真-13 φ400特殊カッタ装着



写真-11 既設人孔撤去、立坑築造

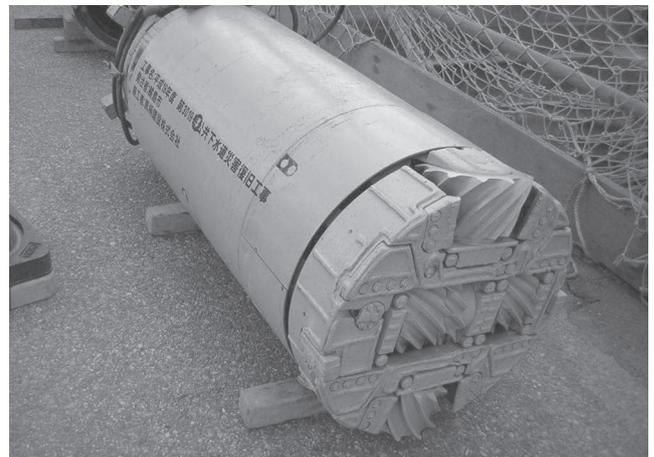


写真-14 改築推進機



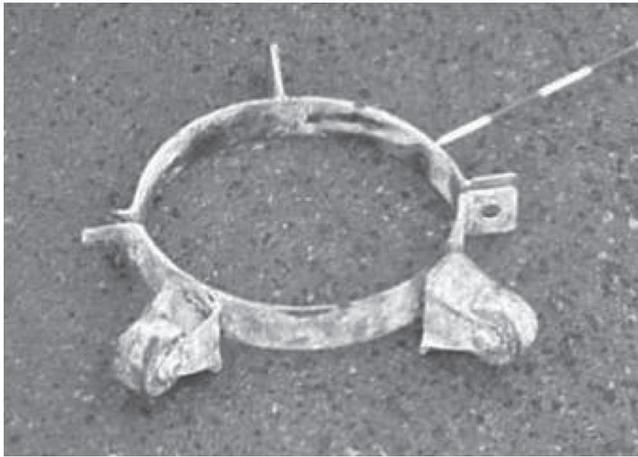
写真-12 既設管内充填



写真-15 改築推進状況

ヒューム管の鉄筋，推進管用SUSカラー及び止水ゴム，さや管の塩化ビニール管が細かく切削され排土された（写真－16，17）。開削で敷設されたヒューム管部は枕木基礎が設置されており，枕木基礎も細かく切削され排土された（写真－18，19）。

また，今回特殊条件としてφ400mm推進管HP/VUφ200mmさや管部は，所定の日進量には達しなかったが，全スパン無事到達した。



写真－16 スペーサ

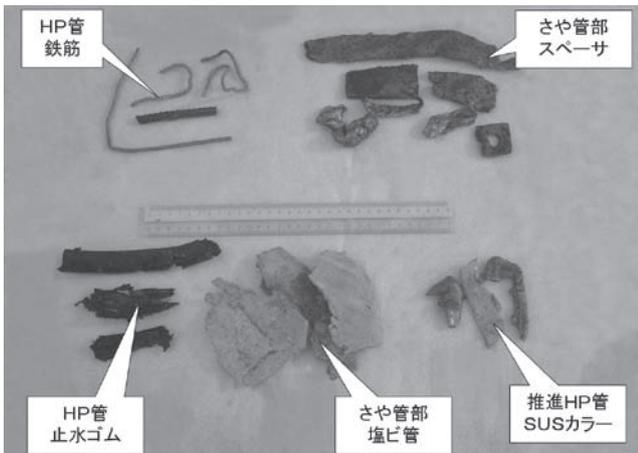
残土は周辺地山の土砂，既設管破砕片（鉄筋，コンクリート片，木片，塩化ビニール片等）が混合しているため産業廃棄物処理された。

### 8-6 到達状況

合計21スパンの施工が行われたが，改築推進用カタヘッド及び特殊カタはさや管部のスパーサによる偏磨耗がみられた以外は，掘進に影響するような破損はなくすべて到達した（写真－20，21）。



写真－19 枕木破砕片



写真－17 既設管破砕片



写真－20 下流工区到達



写真－18 枕木基礎



写真－21 上流工区到達

## 9. おわりに

改築推進工法は老朽管渠を非開削で新しい管に入替える工法であるが、本工事は震災という外的要因により、下水道管渠が破損、蛇行・たるみ、逆勾配を起し、下水道管渠機能の停止または機能低下を起した管渠を非開削で入替える工事で適用された。当協会の“下水道管渠の入替え技術”は、平成7年の阪神・淡路震災から始まり、平成11年頃から“改築推進は蛇行・たるみでも掘進可能”であることを提案すると同時に、“円滑な仮排水：下水道管渠の供用を停めずに老朽管を入替える方法”について注目し研究・開発を行っており、本工事で約1.2kmの管渠を円滑な

仮排水を行いながら非開削で一斉に入替えることでこれらが十分活かされたと考える。これらの技術は特に合流管渠の改善や、老朽管渠の抜本的な見直しにより口径・管底高などが変更となる路線では特に必要とされ、当協会では今後もそれらの提言や情報を発信し、改築分野の設計・施工技術に寄与したいと考える。最後に本工事では新たな課題や、より改善すべき要項も判明し、更なる研究・開発を進めてゆく所存である。

### ◆お問い合わせ先◆

アイアンモール協会

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 コマツ内

Tel.03-5561-2635 Fax.03-5561-4757

## 編集委員リレー執筆コーナー



### 堀地 紀行

HORICHI Noriyuki

国士舘大学理工学部教授

### ■ スポーツ・イベント

機関紙編集委員をさせていただいています、国士舘大学の堀地紀行と申します。

日常生活のくつろぎの時間、野球などスポーツイベントのテレビ観戦でくつろぐのもその一つです。松坂対イチローや松井など、一対一の対決や、一瞬でゲームをひっくり返すホームランも確かに魅力がありますが、最近はどうも野球はテンポとスピード感に欠けるのが難点に思えてなりません。

「かつては野球、でも最近はサッカーかな。」こんな声を良く聞きます。かく言う私も、2年前のドイツ・ワールドカップ以来、サッカー、本場欧州ではフットボールと称していますが、すっかりその魅力に捕り憑かれています。特にワールドカップでは、国別対抗のため、ピッチはさながら両軍が野に展開し、スケールの大きな合戦を彷彿とさせます。また、今年になってNHK-BS

で、現在世界ナンバーワンと言われるイングランド・プレミアリーグの放送が始まるや、その高度なスピードとパワーそしてテクニクに酔いしれることしきりです。特にクリスチャーノ・ロナウド（マンU）、ドログバ（チェルシー）、フェルナンド・トーレス（リバプール）など、他にもあまたたくさんの各国代表クラスのすばらしい選手達がきら星のごとく存在し競い合いますが、集団の中から一閃、輝きを放ち、スター選手たちが、絶妙の技でゴールネットに突き刺す豪快なゴール・シーンはまさに圧巻です。Jリーグも力強く高度な技術を有し、楽しませてくれています。しかし欧州との力の差を特に感じるのは、キーパーのセイブ力のような気がします。この部分の差は努力で縮まるはずですが。昨年9月から始まったプレミアリーグも5月のマンチェスターUの優勝で幕を閉じました。夏場のスケジュールは、ユーロカップと南アのワールドカップの予選などのようです。9月のプレミアの開幕が待ち望まれます。

5月になって、ミャンマーのサイクロン水害、中国四川大地震と土木技術者にとって他人事ではいられないような大災害が、アジアの近隣諸国から相次ぎました。被災地の一日も早い復旧と、受難者のご冥福をお祈りいたしますとともに、地震大国、日本の非開削技術の次の一手と備えを皆様と考えていけたらと念じています。