

### 下水道既設管路耐震技術協会

地震に強い下水道管の普及を目指すとともに、マンホールの接続部分の破損を防ぐ既設管路耐震技術協会(宮野川繁男会長)は、マンホール浮上抑制対策のフロートレス工法など地震対策3工法により、東京都内を中心に施工実績を伸ばしている。東日本大震災では湾岸部を中心に液状化の被害が顕著だったが、フロートレス工法を施したところの被害は皆無だった。既設管路耐震技術協会では今年度、日本ヒューム(東

路)の普及を目指すとともに、マンホールの接続部分の破損を防ぐ既設管路耐震技術協会(宮野川繁男会長)は、マンホール浮上抑制対策のフロートレス工法など地震対策3工法により、東京都内を中心に施工実績を伸ばしている。東日本大震災では湾岸部を中心に液状化の被害が顕著だったが、フロートレス工法を施したところの被害は皆無だった。既設管路耐震技術協会では今年度、日本ヒューム(東



追跡調査の様子



受圧板が外れ、泥水の流入が確認できる

## 施工実績が大幅増に

### 施工の容易さで評価

### ハットリング工法研究会

マンホールの浮上抑制工法の一つであるハットリング工法は、他工法に比べ早期に開発したことに加え、メカニズムの容易さや施工コストが低いため全国的に1000基以上の既設マンホールで施工実績がある。東日本大震災でも千葉県浦安市の大半でマンホールが浮き上がるなど既設マ

上下水道コンサルタントのシーエスエス(さいたま市、加藤道雄社長)の一場、保護や地盤改良を得意とするライト工業(東京・千代田、入江保美社長)と管路製品大手の秩父コンクリート工業(東京・荒川、遠山雅一社長)が共同で開発した。液状化現象などでマンホールに浮力が作用することを想定し、マンホールの周り



ハットリング設置の様子

ハットリング工法研究会(杉山好司会長)の飯田陽朗理事は「東日本大震災でハットリング工法は機能が発揮され問題なかった。明確な効果も確認できている。震災前に反応が薄かった自治体も、この震災を経て問い合わせが増えている」と話している。今後の課題としては様々なマンホールへのハットリング工法の対応をあげ、現在、施工は組立マンホールの全種類および現場打ちマン

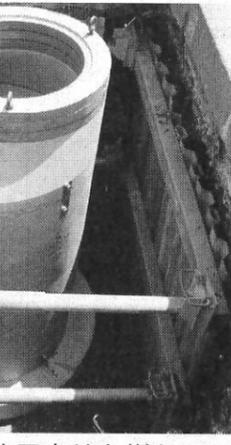
ハットリング工法研究会(杉山好司会長)の飯田陽朗理事は「東日本大震災でハットリング工法は機能が発揮され問題なかった。明確な効果も確認できている。震災前に反応が薄かった自治体も、この震災を経て問い合わせが増えている」と話している。今後の課題としては様々なマンホールへのハットリング工法の対応をあげ、現在、施工は組立マンホールの全種類および現場打ちマン

## 防災トイレの採用も

### 改良工法の開発進める

### ユニホール工業会

組立式マンホール最新進めている。大手の全国ユニホール工業会(仙波不二夫会長)は、地震時のマンホールの浮き上がりを防止する底版タイプの組立式マンホール「ア



使用実績も増えている

AF底版は底版部を従来以上に張り出したほか、底版を厚く、大型化したのが最大の特徴である。底版を張り出すことで張出部に土

AF底版タイプは、マンホールの浮上抑制に効果的である。施工方法は従来の組立式マンホールと変わらず、掘削幅も標準マンホールと同じであるため、特別な技術は必要ない。マンホールが浮き上

AF底版タイプは、マンホールの浮上抑制に効果的である。施工方法は従来の組立式マンホールと変わらず、掘削幅も標準マンホールと同じであるため、特別な技術は必要ない。マンホールが浮き上

東京都野村静夫社長)の3社で開発した。液状化現象を抑え、マンホールの浮上を抑制する。この時、消散弁の圧力調整が折れ、消散弁は受圧板、ソ

東京都内では23区を中心に緊急輸送道路約500kmで施工されている。さらに、これまでは23区内の工事を中心だったが、宮城県流城

も増えている。静岡県は東海・東南海・南海地震に備えてのことだ。また、東京都では石原知事が計画を前倒して、液状化対策などを実施するよう指示している。いずれにしても、液状化問題がクローズアップされた結果だと感じる」と話している。

東日本大震災ではフロートレス工法を施工した地区のうち、江東区新木場地区で大規模な液状化現象が発生している。管内への土砂流入・堆積や道路の沈下などが発生してい

特に、消散弁が開放された10人孔ではほぼ全数の消散弁が開放され、浮上抑制効果があつたことが確認されている。宮野川会長は「マンホールの大きさ、地盤、地下水の位置、深さなど、マンホールごとに個別に浮上量を計算して施工している。マンホール浮上抑制工法は各種あるが、

昨年度までに秋田県から沖縄県まで全国38自治体で1075基の既設マンホールに施工している。また、施工事例の少ない西日本エリアからの反応もある。九州では沖縄県以外の実績がなかったが、新たに福岡市でも採用される見込みだ。

ハットリング工法研究会(杉山好司会長)の飯田陽朗理事は「東日本大震災でハットリング工法は機能が発揮され問題なかった。明確な効果も確認できている。震災前に反応が薄かった自治体も、この震災を経て問い合わせが増えている」と話している。今後の課題としては様々なマンホールへのハットリング工法の対応をあげ、現在、施工は組立マンホールの全種類および現場打ちマン

研究では今年度の施工目標を2000基とし、今月から始まる発注に対応していく。材料製造や施工を行う会員希望社も増えている。元々、研究会はコンクリート製品メーカーと商社で構成しているが、施工実績が増えるとともに、会員希望社も増えている。震災以降は7社が入会し、自治体営業の強化につなげている。

今後の課題としては様々なマンホールへのハットリング工法の対応をあげ、現在、施工は組立マンホールの全種類および現場打ちマン

## 液状化を防止する地盤改良

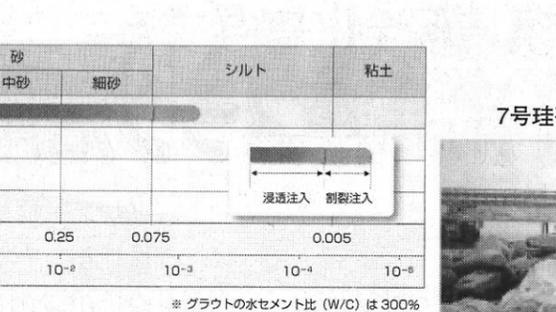
地盤の耐震化を図り都市の機能を守ります

豊富な設計施工技術と施工実績に裏付けされた、高い評価と信頼を持つ多種多様な地盤改良技術により、すべての構造物に最適で安全な地盤を提供します。

**株式会社 不動テトラ**  
地盤事業本部 TEL03-5644-8534 http://www.fudo-tetra.com

## 「太平洋アロフィクスMC」

最新鋭の粉砕・分級技術を結集して開発した平均粒径4μm以下の超微細なシリカを含有する。さらに高い耐久性、環境性、強度発現性を有している。優れた性能を発揮します。



株式会社 営業本部 基盤材料営業部  
〒2丁目4番24号 TEL 03-5500-7510

## 顧客満足の高い製品とサービスの提供に最善を尽くす

### 昭和鋼機式移動タンク(計量器内蔵型)

好評 小回りのきく10・15・17t型新発売!!

◆販売台数1,500台突破

**新型計量モニター発**

現場でのセメント使用量の管理にUSB出力が備わりパソコンで印刷可能

特許第1648390号





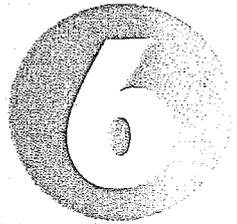


人・地球・水環境

# 月刊下水道

## JOURNAL OF SEWERAGE, MONTHLY

June, 2011



VOL.34 No.7

### 特集 東日本大震災で考えること

県南・仙塩・石巻東部浄化  
水道利用自粛のよ

このチラシは当分の間掲示願います  
平成23年3月29日

#### 《下水道の使用について》

下水道を利用されている皆様へお知らせしま  
す。3月11日の津波被害により、下水処理場の機  
能が停止中で、復旧にはかなりの期間を要する  
見込みです。  
今後、このまま各家庭等からの下水が流入し  
た場合、マンホールから水が溢れる恐れがあり  
ますので、食器などはバケツなどで「ため洗い」  
を行い、お風呂などの水はため置いて排水しない  
など節水に努め、なるべく下水道に排水しない  
ご協力をお願いします。  
ご使用した紙は燃えるゴミに出

汚濁防止センター  
が、震災による機能停止になりました。  
また、震災による被害により、下水道の  
復旧が遅延しているため、下水道の  
利用を自粛していただくようお願いしま  
す。

1. 震災の発生後、県南浄化センター  
が、震災による機能停止になりました。  
また、震災による被害により、下水道の  
復旧が遅延しているため、下水道の  
利用を自粛していただくようお願いしま  
す。

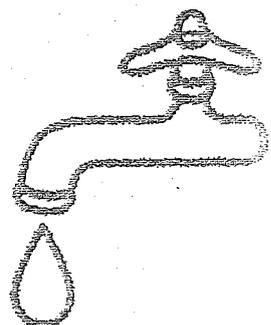
2. 震災の発生後、県南浄化センター  
が、震災による機能停止になりました。  
また、震災による被害により、下水道の  
復旧が遅延しているため、下水道の  
利用を自粛していただくようお願いしま  
す。

- 下水道分野の復興に向けて
- 大震災を経験して「何か」が変わった
- 大死一番、震災に戦場を想起する

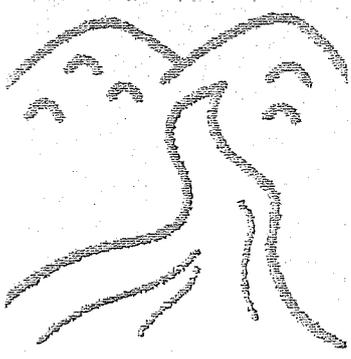
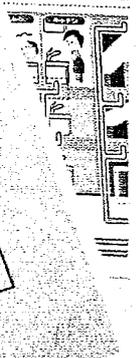
問い合わせ先  
建設部下水道課

公共下水道とご家庭内の排水設備(14時10分発)  
のトイレやお風呂、台所などの汚水は、各家庭内の  
下水道に流れる仕組みになっています。  
震災では、雨水は、雨水ますを通して、公共下水  
設備によって、公共下水道が大きなダメージを  
受けるよう、公共下水道の復旧に全力で当  
てて、各家庭内の排水設備にもダメージが  
あっても、すぐに各段とおり汚水を流すと、家庭  
内下水道が復旧した地区でも、下水道を  
復旧してください。

水設備は、皆さんの財産であり、個人  
の場合は、それに加えて敷地内の集  
り、その補修や清掃などは、それ  
をお願いいたします。



マンションなど  
別窓で大きくご



#### ■ 歴史探訪 ワシントンハイツ・余話



スクリーンに映った下水道  
逃げずに戦え「ジャッジメント・ナイ」

<http://www.gesuidou.jp/>

# すべての マンホールに浮上防止策を —関東湾岸地区の液状化を確認して—

ハットリング工法研究会 顧問 一場 駿



## 1 震災後、 すぐに関東湾岸地区へ

3月11日に勃発した巨大地震において、関東湾岸地域での被害（液状化）が報じられたことから、15日に千葉県浦安市に向かった。ハットリング工法によって浮上防止策を講じた人孔がそこにあるからだ。

途中、千葉市美浜区新港地区（稲毛海岸、検見

写真-1 千葉市湾岸地区におけるマンホールの浮上①



写真-2 千葉市湾岸地区におけるマンホールの浮上②



川浜、海浜幕張）を通ったが、そこでも道路上での亀裂および液状化現象が発生しており、電柱や電話ボックス、ブロック擁壁等の倒壊を目の当たりにした。また、10cm～20cmのマンホールの浮き上がりも発生していた（写真-1、2）。

「ハットリング工法は絶対、浮上していないはずだ」と思う一方、「でも、もしかしたら……」という否定的な考えも湧き上がってきた。

浦安市はほぼ湾岸地域であり、千葉市美浜区よりも道路上での亀裂および液状化現象が発生している印象である。電柱や家屋、ブロック擁壁等の倒壊がたくさん発生しており、水道管も破裂している模様である。また、マンホールの浮き上がりも至る所で発生し、最大2.0mの浮上を確認した（写真-3）。

そのような状況のなか、当研究会の工法で施工

写真-3 2mも浮き上がっている



した箇所は、周辺のマンホールが浮上していたにもかかわらず（写真-4、5）、すべて浮上していなかった（写真-6～8）。

## 2 液状化しない地盤でも浮き上がる

2004年に発生した新潟県中越地震では、液状化しない地盤のマンホールが1,400ヵ所以上も浮上し、そのため復旧に3年以上かかった。実証実験でも、液状化しない粘性土に施工したマンホールがむしろ液状化地盤より大きく浮上することがわかっている。ハットリング工法は、そのような地盤でも対応できるよう開発された。

液状化しない地盤でなぜ浮上するのかというと、下水道工事では埋戻しに砂を用いて施工することがあるからである。地下水位が高い時期に震災が発生すると、その砂によって液状化する可能

性が大きくなる。そういった箇所が液状化した場合、過剰間隙水圧が消散されにくく、結果、液状化地盤より激しく浮上することになる。

今回の震災でも、現時点で30を超す自治体で、マンホール浮上の報告がされている。

写真-6 浮上防止対策済みのマンホール①



写真-4 浮上防止未対策のマンホール①



写真-7 浮上防止対策済みのマンホール②



写真-5 浮上防止未対策のマンホール②

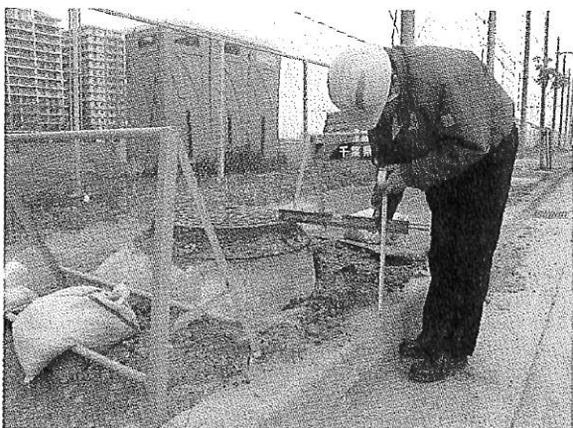


写真-8 浮上防止対策済みのマンホール③



写真-9 歩道での浮上が目立った①



写真-10 歩道での浮上が目立った②



写真-11 民地内でも浮上



### 3 浮き上がることの弊害

東日本大震災による関東湾岸地域でのマンホールは、地上から見た段階では、主要幹線道路上で枝線道路の中心上のは浮き上がっていない。一方、歩道や道路の民地寄りのマンホールを見ても浮き上がり大きい（写真-9～11）ことから、舗装が厚い箇所では、とりあえず浮き上

がりには抵抗したということなのかもしれない。

ともあれ、本来、地震に対して安全性が高いと言われている地下埋設物である管路が、マンホールの浮上によって経路が断たれ、使用不能となることは大問題である。復旧には時間がかかり、水道は使えても下水道に流せない。トイレが使えない、我慢して体調をくずす——。そんな事例は、避難所ではいくらでもある。

阪神淡路大震災でも、最後はトイレの問題だったと言われている。排泄行為は人間の尊厳の問題であり、生命と引き替えに守ろうとしているのである。

この“怖さ”を、もっと正面から取り上げるべきではないだろうか。事実、浦安市民の方は「下水が使えないのが一番困る」と、TVのインタビューに答えていた。

こういう事実を知るたびに、我々下水道関係者みんなそうだが、恥ずかしい、申し訳ないと思う。

### 4 すべてのマンホールへ 浮上防止策を

マンホールの浮上対策として、新設については、設置時に埋戻し土を改良するなどしてマンホール周辺が液状化しないように対応している。

しかし問題は、1,000万個以上あると言われている既設のマンホールである。

万一、これから災害があった時、下水道関係者として「ライフラインの中で下水道は大丈夫だから」と胸を張ってボランティア活動にまわれるようになりたい。

そのためには、生活に直結しているマンホールは一つでも浮上しないようにする必要がある。マンホールさえ浮上しなければ、たとえ管路が蛇行しても何とか下水は流せるはずだ。すべてを一気に改善することは不可能なので、今後、優先的に主要幹線から避難所等の路線下へマンホール対策を講じる必要があると考える。

今回は、取り急ぎ3地区のみを視察した。その他の地域（舞浜地区等）でも被害が及んでいると思われ、再視察が必要であると感じている。

特集：液状化対策の現状と課題

建設機械と機械化施工の専門誌

2011 **11**

# 建設機械

561. Vol.47. No.11

Construction Machinery and Equipment



## THE NEW-SERIES ARTICULATED HAULERS

### ボルボ アーティキュレートダンプトラック

1955年、世界初のアーティキュレート式トラックの誕生以来、この画期的な搬送車は、  
瞬く間に世界に拡がり、その生産性の高さは常に業界をリードしてきました。  
環境・安全・品質——設立以来揺るがぬボルボのコアバリュー。  
長く、遅く、自然と戦うためのマシンです。

**VOLVO CONSTRUCTION EQUIPMENT** [www.volvoce.com](http://www.volvoce.com)



# 液状化現象によるマンホール浮上抑制効果の確認

＝ハットリング工法＝

ライト工業(株) 飯田 陽朗  
Takaaki Iida

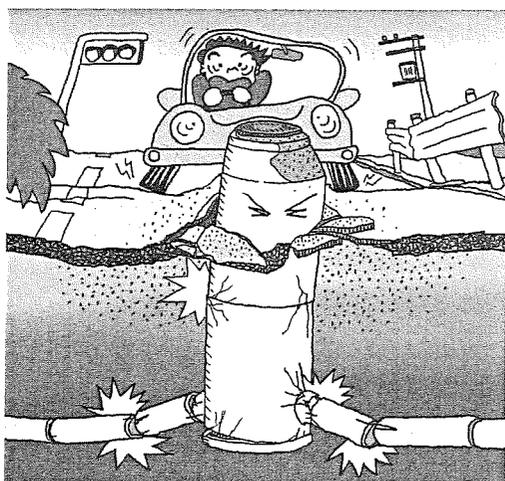
## 1. はじめに

地震大国日本において、近年頻繁に各地域で大地震が発生しており、記憶に新しい2011年3月11日に国内観測史上最大であるM9.0の巨大地震が東北地方および関東地方を襲った。

この東北地方太平洋沖地震では、沿岸地域および内陸地域で大規模な液状化現象による被害が報告されている。この液状化現象により、家屋の倒壊およびライフラインが寸断した。電気、ガス、上水道、下水道といったライフラインは地中構造物であり、道路下に縦横無尽に存在する。これらを埋設する際に使用する埋め戻し土は、ほとんどが砂を使用しているために、この埋め戻し土が液状化層となり、原地盤が非液状化層でもマンホールが隆起し、地中埋設物は破損した。

この被害により、各家庭のトイレが使用できない等、住民生活に大きな影響を与えるとともに、道路の車輛通行が阻害される等社会活動にも大きな影響を与えた(第1図)。

「ハットリング工法」は、マンホール浮上抑制技術として2007年に開発され、模型実験を元に(社)土木学会の技術推進機構・技術審査制度に基づく技術評価を取得し、全国で対策が施されてきた。先の東日本大震災でその有効性および効果が確認されたので紹介する。



第1図 大地震直後の状況イメージ図

## 2. 被害調査

東北地方太平洋沖地震発生後、東北地方および関東地方で液状化現象が発生した地域において、ライフラインの調査を行った。地域として「沿岸地域」と「内陸地域」に大別され、次の4区分に分けられる。

<沿岸地域>

- ① 東京湾岸を代表とする人工的に(浚渫土により)海を埋め立てた地域
- ② 砂浜およびその周辺地域

<内陸地域>

- ③ 軟弱地盤の上にサンドマットとして埋め立てた地域

④ 粘性土（非液状化地盤）でも埋設物の周囲を砂で埋め戻された地域

これら地域においての被害は、特に下水道のマンホールの隆起が各所で確認された(写真1、写真2)。

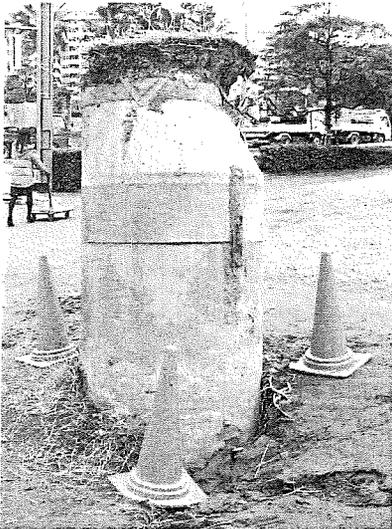


写真1 沿岸地域で隆起したマンホール



写真4 隆起した防火水槽

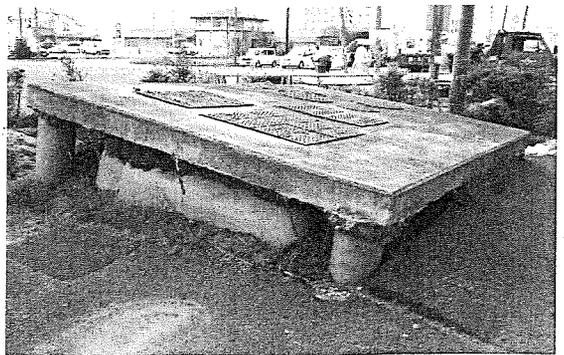


写真5 隆起した浄化水槽

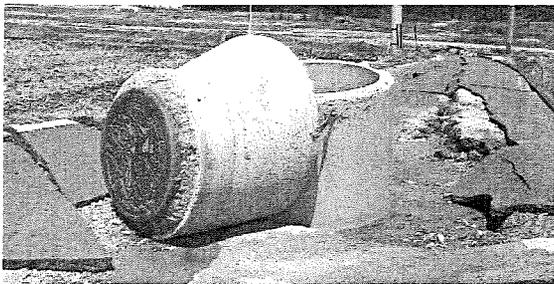


写真2 内陸地域で隆起したマンホール

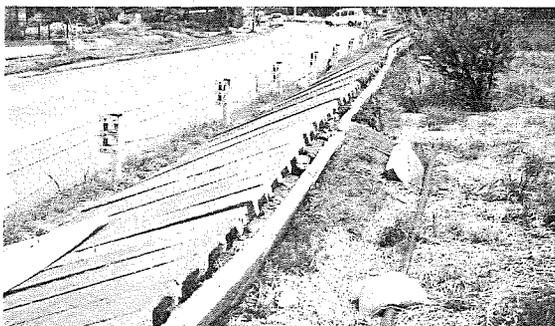


写真3 隆起した水路

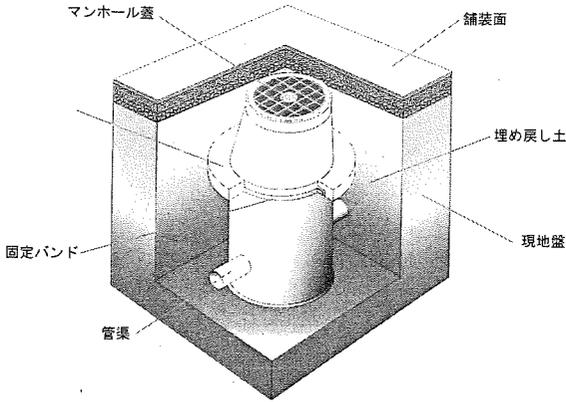
また、マンホール以外にも土被りの少ない水路および防火水槽等さまざまな地中構造物の隆起が確認された(写真3～写真5)。

### 3. 「ハットリング工法」の概要

当工法は、マンホールの浮上対策技術の中で重量化工法に属し、地震時に埋め戻し土が液状化することにより、マンホールが浮き上がろうとする力を、ドーナツ状のコンクリートブロック（以下浮上抑制ブロックと呼ぶ）重量およびその上部の砕石重量にて抑制する工法である（第2図）。

#### 3-1 機能・効果

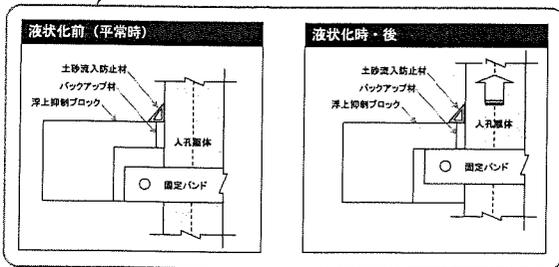
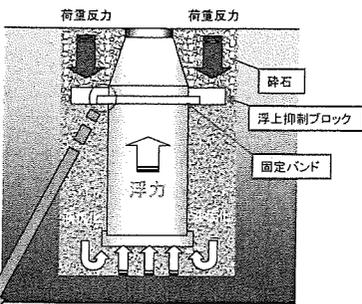
浮上抑制ブロックは、マンホールと一体化構造でないものとしている。これは、常時において浮上抑制ブロック重量および、その上部の砕石重量を直接マンホールに伝達させないものとし、マンホールの沈下を誘発させることはない。



第2図 「ハットリング工法」の模式図

さらに、地震発生時においては、浮上抑制ブロックが設置していることにより、慣性力を増大させることはなく、マンホールが浮き上がろうとした時のみ、抑制荷重（浮上抑制ブロック重量および砕石重量）を伝達する機能を有している。

また、当工法はマンホールに穴を開けるあるいは、アンカーを打設することは行わないため、マンホールの耐久性を低下させることはない（第3図）。



第3図 「ハットリング工法」詳細模式図

### 3-2 施工方法

当工法の施工手順を以下に示す。当工法はマンホールの中に入る作業がなく安全で、施工面積が小さく、土砂掘削量も少ない非常にシンプルな施工方法といえる。

#### (1) 掘削

マンホールの周囲を標準GL-1mの深さまで小型バックホウにて掘削する。掘削完了後、基面整形およびマンホール面の清掃を行う。

#### (2) 固定バンド取付け

3分割された固定バンドをボルトにて連結させ、トルクレンチにて締め付けることにより、マンホールの外周面に固定する。取付け後、所定のトルク値で均一に締め付けられていることを確認する（写真6）。

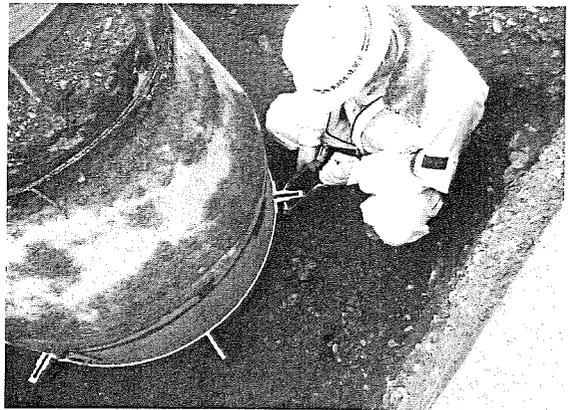


写真6 固定バンド締め付け

#### (3) 浮上抑制ブロック設置

掘削基面にクレーンにて吊り下ろす。設置完了後、マンホールおよび固定バンドとの隙間が確保されていることを確認する（写真7）。

#### (4) 間詰め材設置

マンホールと浮上抑制ブロックの隙間には、バックアップ材ならびに土砂流入防止材を設置する。

#### (5) 土砂流出防止ネット設置

浮上抑制ブロックの天端にネットを被せ、掘削壁面に固定する（写真8）。

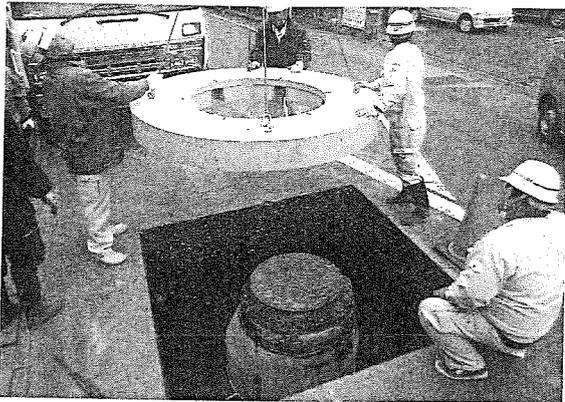


写真7 浮上抑制ブロック設置

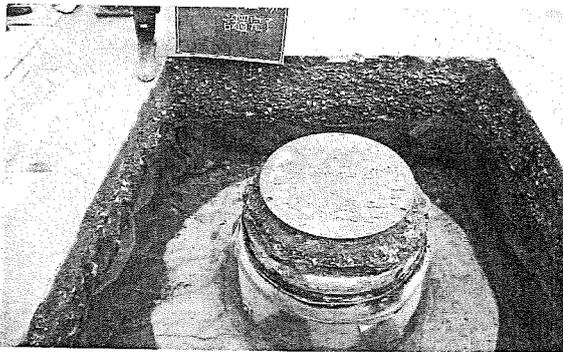


写真8 土砂流出防止ネット設置

#### (6) 碎石埋め戻し、路盤復旧

砂ではなく、碎石を埋め戻し、所定の路盤構成で復旧する。

#### 3-3 工法の特長

- 簡単：特殊な技術や資機材は一切不要なため、施工業者は限定しない。よって、その地域の施工業者で対応が可能である。
- 早い：1ヶ所当たりの標準施工時間は、3～4時間\*程度であるため、道路占用時間が短い。
- 安価：1ヶ所当たり材工共での直接工事費用は、25万円\*程度である。
- 確実：単純な構造であり簡単な施工であるため、確実にマンホールの浮上を抑制できる。

\*1号マンホールで標準ブロック設置の場合。

#### 3-4 適用範囲

マンホールの既設および新設は問わず、組立式マンホールでは0号から3号までと、現場打ち(JIS型)マンホールでは1号、2号に適用する。さらに、地下埋設物および官民境界に近接したマンホールに対しても、対応型ブロックを使用する事により適用する。

#### 3-5 研究会組織

2004年に新潟県中越地震が発生し、マンホールの隆起が1,400ヶ所以上も発生した。それを期に国土交通省は、「下水道地震対策技術検討委員会」を設置し、被害の実態を踏まえ地震対策を検証し、被害の原因および技術的緊急提言を取りまとめた。地震時の液状化によるマンホールの浮上抑制対策は、管渠の耐震化対策における重要な項目である。新設マンホールの場合は埋戻し土に対する方策を検討することで比較的容易に対処することが可能であるが、既設マンホールの場合はその時点で確立した方策が世の中にない状況であった。よって、種々の実験を行い、改良開発を重ね、工法の有効性が確認できたことから「ハットリング工法」として事業化に乗り出した。全国展開を図るため、2007年5月にハットリング工法研究会を創設した。

当研究会は、主幹事会社をライト工業(株)と秩父コンクリート工業(株)とし、主にコンクリート二次製品メーカーと商社で構成しており、現在、全国で36社が加入している。活動としては、カタログ、技術・積算資料、工法ビデオの作成、ホームページの開設および、設計計算ソフト等公開資料を整え、随時改定も行っている。

また、(社)日本下水道協会が主催の下水道展、国土交通省各地方整備局が主催の建設技術フェア等、さまざまな展覧会にも積極的に出展している。このような活動により工法の普及に努めるとともに、製品の規格化、実験および改良開発も継続的に行っている。

#### 4. 「ハットリング工法」での効果確認

当工法で対策が施されたマンホールは、平成22年度末現在で38自治体において1,075ヶ所におよぶ。その中で、東北地方太平洋沖地震で液状化現象が発生した地域においても対策済みマンホールは、300ヶ所程度存在した。これらすべてのマンホールの隆起の有無を確認した結果、開発当初に模型実験を行った結果と同様、対策済みマンホールでの隆起は、沿岸地域および内陸地域のすべてにおいて確認されず、未対策マンホールと比較すると、効果の違いが明確であることが確認された(写真9、写真10)。

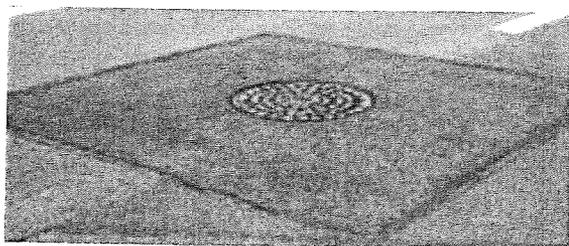


写真9 沿岸地域で対策済みマンホール

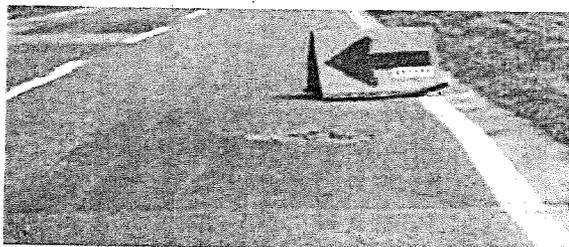


写真10 内陸地域で対策済みマンホール

以上より、当工法でのマンホール浮上抑制効果の有効性および確実性が実証されたといえる。

#### 5. おわりに

全国には相当数のマンホールが地中に存在する。ここ2～3年前から全国の主要都市において計画および実施に入ってきたところである。よって現時点では、マンホールに浮上抑制対策がほとんど実施されていないのが現状である。

東北地方太平洋沖地震発生後、下水道をはじめ被災した地域の復興、復旧活動を現在も各所で進めている。また、(社)土木学会は各分野の学識経験者を集め、「東北関東大震災特別委員会」を設置し、各分野での現地調査を取りまとめた上で、この震災を踏まえた技術的提言が発表される見込みである。また、国土交通省は「下水道地震津波対策技術検討委員会」を設置し、段階的応急復旧のあり方を取りまとめ、さらに本復旧のあり方を取りまとめる予定としている。

冒頭にも記述した通り、今後30年の間に大地震が発生する確率が高い地域が日本各地に点在する。よって、国民生活の安心・安全を確保するために構造物の耐震化を今後より一層整備を推進する必要がある、今回紹介した「ハットリング工法」は、どのような地域で大地震が発生しても機能を損なうことのない耐震技術として普及に努めるとともに、現在の技術に満足することなく、確実性、施工性および経済性の向上を追求し、改良開発を継続的に行っていく所存である。

(社)土木学会技術評価 第0005号、NETIS登録番号：SK-090010-A、ARIC登録番号：397

#### <問い合わせ先>

ハットリング工法研究会 事務局

〒366-0812 埼玉県深谷市折之口1340

TEL：048-571-6740 FAX：048-571-6748

URL：<http://www.hat-ring.info>

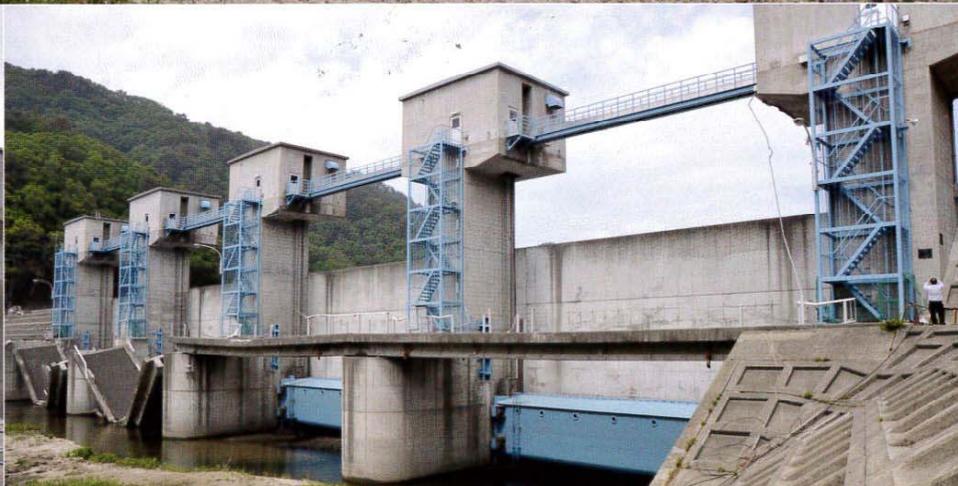
E-mail：[hat-ring@chichicon.co.jp](mailto:hat-ring@chichicon.co.jp)

(筆者紹介はp.76掲載)



No.776  
2011.10

**JCA** 社団法人セメント協会  
JAPAN CEMENT ASSOCIATION



技術紹介／

# 下水道インフラを守る -ハットリング工法の展開

田中 哲郎\*

## はじめに

最初に今回の東日本大震災の犠牲になられた方々の御冥福をお祈りいたしますとともに、被害に遭われた地域の一刻も早い復旧・復興を願い、避難されている皆様に対して謹んでお見舞い申し上げます。

## 1. 東日本大震災による 下水道の被害状況

2011年3月11日に三陸沖で発生した巨大地震は、東日本の広範な地域にさまざまな被害をもたらし、特に津波被害、原発被害からの復旧は長期化する様相を示している。このような中、重要なインフラの一つである下水道についての被害状況と復旧状況は次のとおりである。下水処理場は、13都県の120箇所が被災し、現在(6月6日現在)92箇所は通常稼働しているものの、状況不明等の箇所を除く18箇所ははまだ稼働を停止している。ポンプ場は、8県の112箇所が被災し、現在(同前)29箇所稼働停止が続いている。

管渠では、調査が進んでいる121市町村等での管渠総延長61.676kmのうち500kmで被害が確認されている。



写真1 浮上したマンホール  
(上: 宮城県内, 下: 東京湾岸部)

関東地区でも、東京湾沿岸や霞ヶ浦周辺の埋立地などで広範囲にわたる液状化現象により、マンホール浮上などの下水道被害が発生しており、千葉県浦安市では多くの世帯の下水道が約1か月間使用不能に陥った。

## 2. マンホール浮上の認識の経緯

そもそも地震時にマンホールが浮上することが

認識できたのが1993年の釧路沖地震からである。この時は、マンホールの浮上は北海道特有の泥炭土層が引き起こす地域的現象であると考えられていた。その後、1995年に阪神淡路大震災が発生したが、建物・構築物の損壊や大規模火災の報道があまりにも大きく取り上げられ、また、1月という渇水期であったために地下水位が低く、マンホールを浮上させる液状化が起こりづらかったこともあって下水道の被害は大きく報道されることは無かった。さらに2003年には十勝沖地震が発生、マンホールは浮上したが、このときも北海道特有の地域的現象で片付けられた感があった。しかし2004年に新潟中越地震が発生すると、新潟県の山間部である中越地区(地層は主に粘土質砂礫層)でマンホールが1400基も浮上した。

「液状化をしないとされる粘土質砂礫層において、なぜマンホールが浮上したのか？」

この疑問に全国の技術者や学識経験者が注目し、次のような見解を導き出した。

マンホールを構築するさいには、穴を掘ってその中にマンホールを組み立てて設置し、穴とマンホールの間隙を砂で埋め戻す工法を採用していた。このときの埋め戻し砂が雨や地下水によって帯水砂層となり、地震動によって液状化を引き起こし、マンホールを浮上させた結論付けたのである。

今回の東日本大震災でも、東北地区内陸部において、このようなマンホールの浮上は数多く見られた。この事象によって、埋め戻し砂の液状化によるマンホールの浮上が改めて実証された結果になった。

## 3. マンホールの浮上による弊害

ではなぜマンホールが浮上するといけなのか。

下水道は自然流下(水は自然状態だと高い方から低い方に流れるということ)を基本として設計されている。マンホールが浮上することにより、この自然流下を保证する勾配が阻害されたり、管渠の連続が切断されれば下水道は流れなくなり滞ってしまうことになる。この場合、下水道が流れないことを理由に下水道の入り口を閉ざすことはできない(生理

的排泄欲求を止めることはできない)ので、その結果溢れてしまう。こうなれば、衛生面で重大な弊害を発生させることとなる。

もう一つは、マンホールは道路の下や歩道の下に築造されることが常である。マンホールが浮上すれば緊急車輛や物資輸送車輛が通行できなくなることや、避難者の多くが徒歩で移動するさいに歩道が歩けなくなるなど、交通阻害を引き起こす。

以上のことから、マンホールの浮上を抑えなくてはならないことを御理解いただけたらと思う。

## 4. 工法開発の考え方

マンホールの浮上を抑える方法は、たくさんの方が考えられてきたが、大きく分けると2つに大別される。一つは、「液状化発生防止工法」で、もう一つが「液状化被害軽減対策工法」である。

ハットリング工法は、液状化被害軽減対策工法のうちの重量化工法といわれる分野に位置づけられる。

コンクリート製のマンホールは、それ自体はかなりの重量があるものであるが、中空構造物であり、その比重は0.7から0.8程度といわれている。つまり、マンホールの設置してある周囲摩擦と上部の路盤抵抗により、かろうじて浮き上がらない構造物となっている(逆にいうとかなり浮き上がりやすい構造物であるということである)。

ハットリング工法は、マンホールを浮上させようとする浮力に対して、帽子(ハット)のつば状のコンクリートブロック重量とブロック上の上載砕石荷重の重量で抵抗しようとした工法である(図1)。浮き上がろうとするものに対して、重さで抑えようとする大変単純明快な工法である。

また、マンホールは基礎構造を持たないので、沈下に対しては備えが乏しい構造物である。常時、マンホールに上載荷重がかかり続ければ不同沈下を引き起こしかねない。そこで、ハットリング工法は平常時には上載荷重がマンホールに直接影響しない非一体型構造になっている。

\* ハットリング工法研究会事務局(株式会社コンクリート工業城内)事務局長  
DEVELOPMENT OF "HAT-RING CONSTRUCTION METHOD" TO MAINTAIN THE CERTAIN FACILITIES FOR SEWAGE by Tetsuro TANAKA

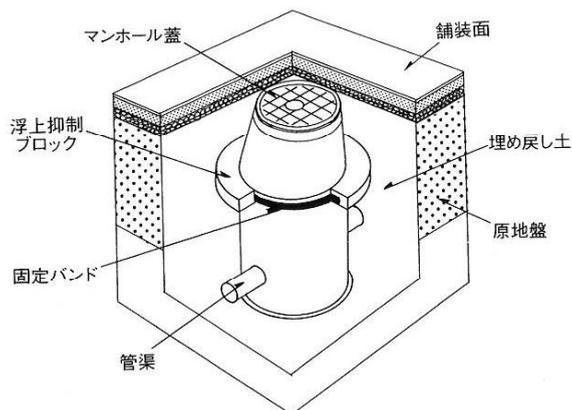


図1 工法概念



写真2 特別な装置を必要としない施工の様子

ハットリング工法は、基本的にマンホールに穴をあけるなどの加工を施さずに設置できる。

トルク管理をして、防錆処理を施した鋼製のバンドをマンホールに締め付けるだけである。既設の経年劣化していると思われるマンホールにとっても、ストレスのない工法になっている。

施工に当っては、特殊な機械を一切使用せず、掘削深も約1m程度で施工できるので、地元の施工業者は誰でも施工が可能であり、専門業者は必要ない。

また施工は簡単な工事ばかりで構成され、1号マ



写真3 対策を施したマンホール  
(周囲は液状化による噴砂)

ンホールで標準ブロックだけの施工ならば、2～3基程度は1日で施工でき、道路開放にも早く対応できる。

経費の点からも安価で施工できる。1号マンホールで標準ブロックだけの施工ならば、直工費にして約25万円程度で済む。

## 5. 実証結果と展望

2007年度以降2010年度までの4年間で、全国各地で1000基を超える施工実績を挙げている。

このたびの東日本大震災の被災地において、ハットリング工法で浮上抑制対策を施したマンホールが数多くあった。

これらのマンホールについて、現在までの調査の結果、道路通行障害となるマンホール浮上による段差は一個所も確認されておらず、また、対策済みのマンホール内部の流下機能確認ができたマンホールについても、流下機能の阻害は認められていない。その付近の未対策マンホールには、20～100cm程度浮上して通行障害を引起こしたり、流下機能を失い、応急仮排水の処置が施されているものも多数見受けられた。

このことにより、ハットリング工法の有効性が実証できたと確信している。

ハットリング工法は、(社)土木学会の技術評価を取得している他、国土交通省のNETISに登録しており、また、農林水産省のARIC登録も済ませいずれも登録番号を取得している。

# 東日本大震災の被災地でも「確実な工法」と評価

（社）土木学会・技術評価制度に基づく技術評価を取得、  
NETIS登録（SK-090010-A）完了

ハットリング工法

## 1. はじめに

ハットリング工法は、鉄筋コンクリート製のブロックをマンホールに設置し、地震時の液状化によるマンホール浮力に対してブロックと埋め戻し土の重量およびマンホールの自重によって浮上を防止する「重量化」工法の一つである。ハットリング工法研究会は、本工法の普及促進を目的に2007年5月に設立されたもので、設立以来全国各地での試験施工の実施や展示会への出展等積極的な活動を行って、工法の理解と知名度の向上を図ってきた。

その結果、各方面からの理解と評価を得、昨年度までに1000基以上の施工実績となった。この実績の中には、このたびの東日本大震災の被災地である東北地区や千葉県内でハットリング工法による浮上抑制対策を行なったものが数多くあった。これら対策済みのマンホールは浮上しておらず、「確実な工法である」と好評価をいただいている。

## 2. 特徴

ハットリング工法の特徴は次の



図 ハットリング工法の施工状況

ようなものである。

- ①マンホール（既設・新設ともに可）の周囲を掘削し、マンホールの外側にリング状の鉄筋コンクリートブロックを設置。さらにその上部は砕石で埋め戻し、重量増加を図る。ただし、常時はマンホールにその荷重は作用しない分離構造となっており、対策後もマンホールの重量増加は生じないので不同沈下の懸念もない。また、地震時において水平方向の慣性力も増大することはなく安定性が高い。
- ②浮上抑制の仕組みが単純・明快であり、確実な抑制が可能である。
- ③マンホール本体を損傷することなく対策工事ができる。
- ④設置工事に特殊な施工技術や機具を必要としないため、施



写真 下水道展'11東京 出展ブースの様子

工が容易である。

- ⑤基本的に施工後の維持管理に手間と費用がかからない。
- ⑥施工速度が速く、マンホール1箇所あたりの標準工事費（直工）も25万円程度と安価である。

## 3. 採用実績

同研究会では昨年度、『液状化現象によるマンホールの浮上抑制技術「ハットリング工法』として、（社）土木学会・技術評価制度に基づく技術評価を取得し、さらに昨年3月にはNETIS登録（SK-090010-A）を完了している。これまでの主要な採用実績は千葉県松戸市、宮城県流産下水道、新潟県流域下水道、東松島市、沼津市、那覇市等々でありさらに本年度は横浜市、富山市等での採用が決定している。