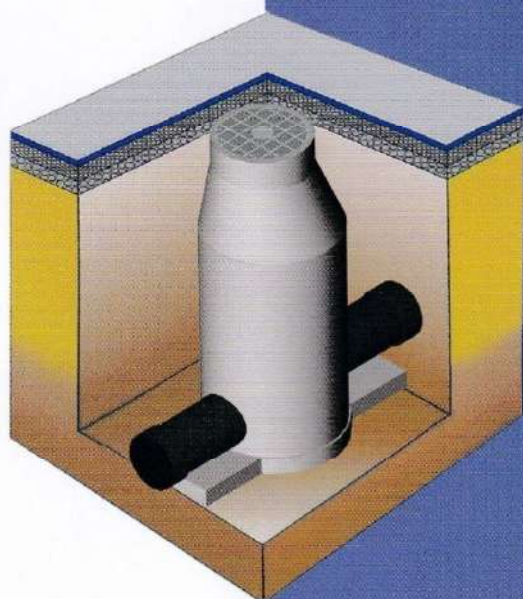


# 地震対策「浮上防止マンホール」

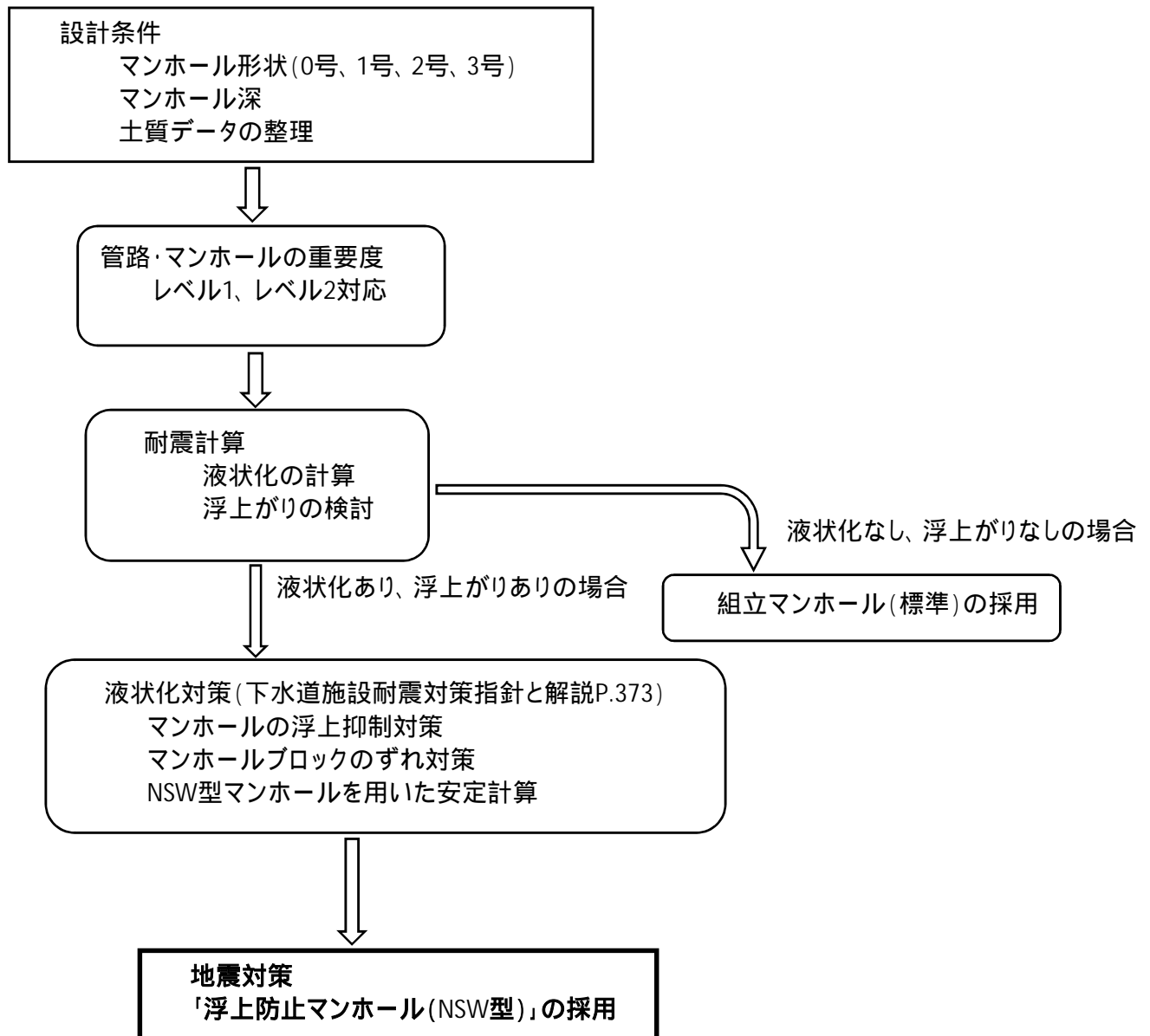
下水道施設の耐震対策 指針と解説-2014年-  
に対応した組立マンホール

①マンホール製品意匠権特許 「登録第1444008号」

②布設工法特許権 「特許第5865637号」



# 「浮上防止マンホール」の選定フロー



# 地震による液状化で浮上したマンホール



「浮上防止マンホール」で施工し、住民のライフライン・財産である  
下水道施設を守りましょう。

各県内の製造・会社（メーカー）で全国に「浮上防止マンホール：NSW-01」を供給いたします。

<製造者> アドホール工業会  
東日本ブロック：中川ヒューム管工業 株式会社  
関東ブロック：千葉窯業 株式会社  
西日本ブロック：中川ヒューム管工業 株式会社  
※リブ管全国供給：積水化学工業 株式会社

<販売者> 株式会社 根本  
株式会社 フソウ  
森松工業 株式会社  
太三機工 株式会社

問合せ先-----

<製造者> 千葉窯業 株式会社 本社事業部 県南営業所  
Tel:0438-25-4661 吉野 貴雄

<開発者> 株式会社 NSワーク  
ステーション：  
〒297-0032 茂原市東茂原13-166  
Tel:0475-47-2170 Fax:0475-47-2681 坂 洋一

スペース1：  
〒260-0022 千葉市中央区神明町13-1（神明ビル101号）  
Tel:043-216-3408 Fax:043-216-3401 坂 洋一

開発者（意匠権、特許権取得）  
株式会社 NSワーク  
代表取締役会長 坂 洋一

## 提 案

# 組立マンホール地震対策の提案

— 重力式マンホール浮上防止簡単工法 (NSW 型地震対策マンホール) —

(株) NSワーク 代表取締役会長 坂 洋

1

## はじめに

本提案は、月刊下水道 2011 年 12 月号の開発レポート「重力式マンホール浮上防止簡単工法」のその後の経過報告と、採用に至るまでに追加資料として提案した「管路施設：幹線・枝線のすべてを設計対象地震動レベル 2 とした」経緯を報告するものです。

近年における大規模地震データにより、各学会・協会が指針の見直し作業を行っている途中での、現場技術者や施設管理者の判断基準の一助になれば幸いです。

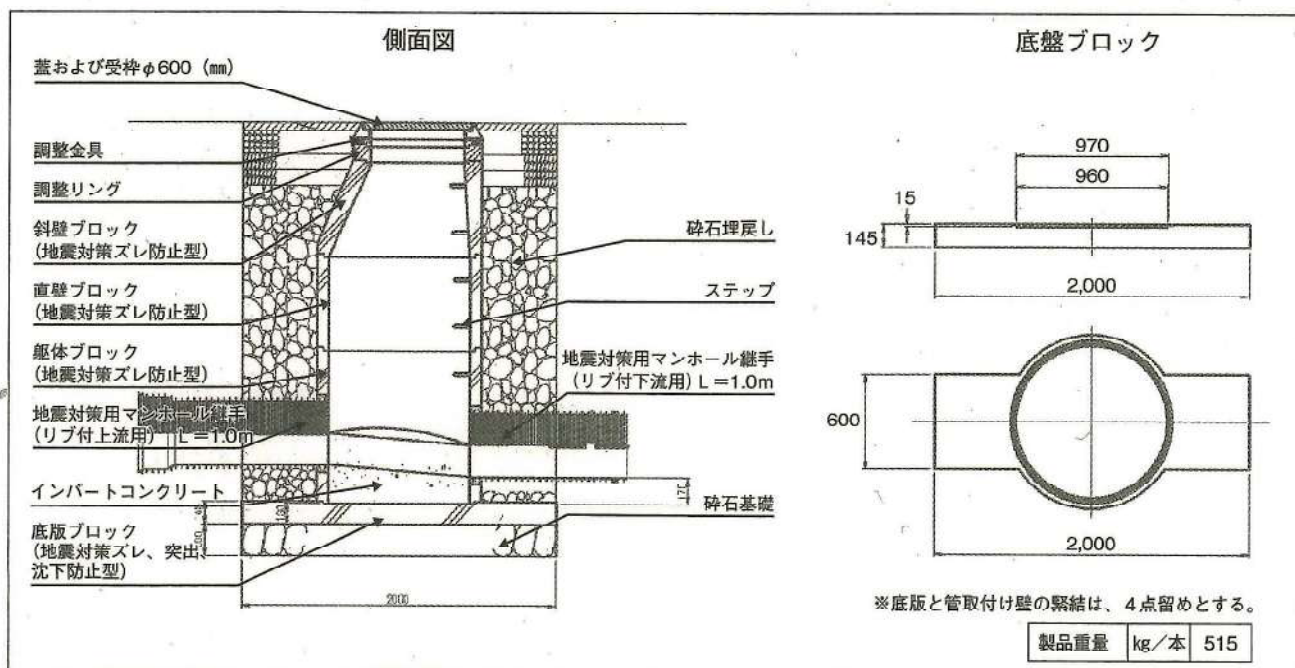
2

## 工法の概要

地震対策マンホール：複合抵抗工法〈重力式マンホール浮上防止簡単工法〉(製品略称：NSW 型地震対策マンホール) は、マンホール周辺部を碎石で埋戻すことにより、過剰間隙水圧を消散し、液状化対策を行うものです。碎石施工図、リブ管 (NSW 型用) 取付け図、製品構造図を合わせた、本工法による地震対策マンホールの構造図を図-1 に示します。

また、開発以降技術改良を重ね、マンホールの各ブロックの緊結箇所を 2 点から 4 点にし、地震動によるズレ防止が強化されています。かつ、拡

図-1 地震対策 1 号マンホール構造 (NSW-01) (地震対策ズレ、突出、沈下防止型)



張底版による上部埋戻し碎石の重力増加により、浮力に対して、さらに安全対策がされています。

本工法は、2012年1月～12月の1年間に千葉県内3市1村で採用決定され、現場に設置されました。引き続き、2013年1月～現在に至るまでに1市で採用決定され、4月からは4市で採用検討に入りました。千葉県外からの問い合わせが増え、静岡県の2市、宮城県の1市からは2013年1月に見積依頼がありました。

これらの経験を通して得られた、組立マンホールの地震（浮き上がり）対策の要否判定の考え方について提案させていただきます。

### 3 組立マンホールの浮き上がり対策の要否判定

まず地盤液状化の検討にあたっては、組立マンホール（JSWAS A-11、I種0～3号）（図-2）の地下水による静水圧の浮力を揚圧力とした浮き上がりに対する安全率を算出します。その安全率は式-1により算出されます。計算上の地盤液状

化検討に使用する水位は、最も危険な条件として、地表面を水位として試算しました。

- 組立マンホールの浮き上がりに対する安全率： $F_s$

$$F_s = \frac{\{(D1^2 - D^2)/4 \times \pi \times H + D2^2/4 \times \pi \times t\} \times \gamma_c}{\{D1^2/4 \times \pi \times (H + t - H_w) + D2^2/4 \times \pi \times t\} \times \gamma_c} \quad \dots\dots\text{式-1}$$

このとき、安全率1.2以上を確保するものとするれば、地下水位に応じて式-2により必要マンホール高さ  $H'$  が算出されます。

- 浮き上がりに対する安全率  $F_s = 1.2$  以上を確保するのに必要なマンホール高さ： $H'$

$$H' = \frac{(\gamma_c - 1.2 \times \gamma_w) \times D2^2 \times t + 1.2 \times D1^2 \times H_w \times \gamma_w}{1.2 \times D1^2 \times \gamma_w + (D^2 - D1^2) \times \gamma_c} \quad \dots\dots\text{式-2}$$

ここに、 $\gamma_c$ ：鉄筋コンクリートの単位体積重量  
 $\gamma_w$ ：水の単位体積重量  
 $\gamma_c = 24.5 \text{ kN/m}^3$   
 $\gamma_w = 10.0 \text{ kN/m}^3$

図-2 組立マンホール寸法

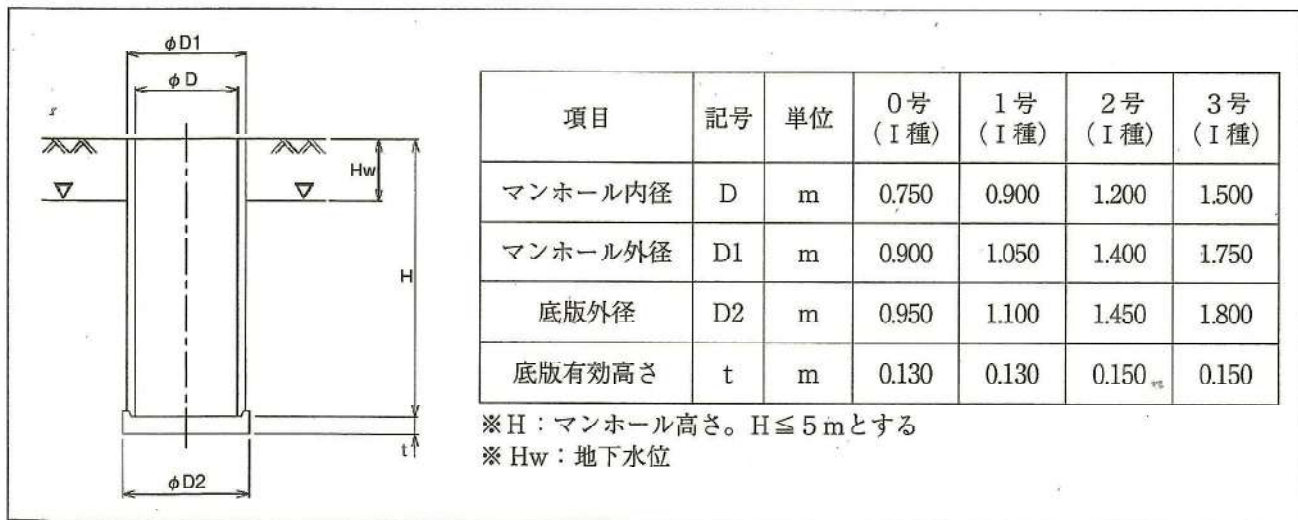
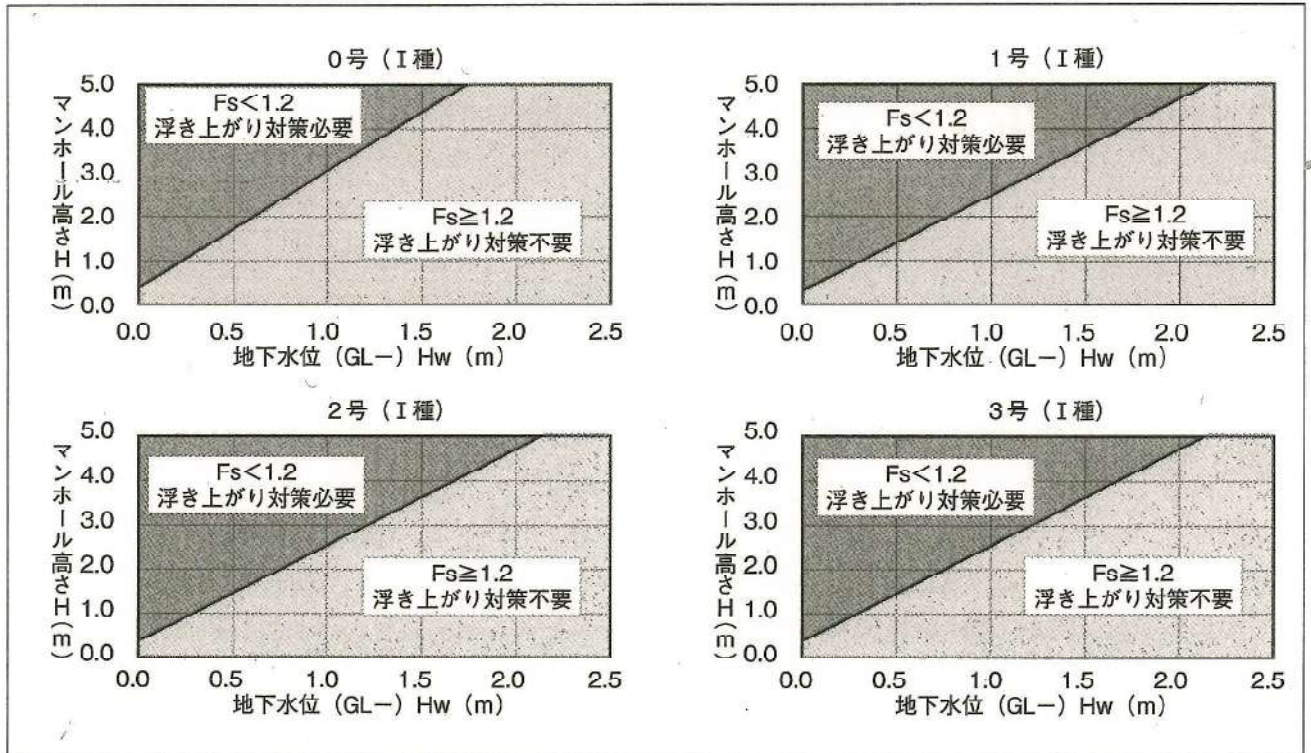


表-1 地下水位に応じた必要マンホール高さ  $H'$  (m) 算出結果

マンホール種別	地下水位 (GL -) Hw					
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
0号 (I種)	0.401	1.730	3.060	4.389	5.718	7.047
1号 (I種)	0.324	1.415	2.506	3.597	4.688	5.799
2号 (I種)	0.366	1.457	2.548	3.638	4.729	5.820
3号 (I種)	0.361	1.452	2.542	3.633	4.724	5.815

図-3 マンホールの浮き上がり対策要否判定図



地下水位に応じた必要マンホール高さ  $H'$  の算出結果を表-1に、またこの結果をもとにしたマンホールの浮き上がり対策要否判定図を図-3に示します。必要高さ以下のマンホールについては、碎石等の埋戻しによる地震時に生じる過剰間隙水圧発生の抑制を目的とした液状化対策を行った場合についても、浮き上がりに対する十分な安全性が確保されず、別途浮き上がり対策を必要とすることがわかります。

#### 4 地震対策マンホール設計対象地震動

ここで問題になったのが、地震動レベル1では液状化が発生しないが、レベル2では液状化が発生するという地盤地区です。このような地盤地区の取扱いについては、以下の提案を行いました。

基本的な目標地震動は、日本下水道協会の施設設計指針の区分 (P.126)、地震工学委員会 WG1 報告に記述されていますが、兵庫県南部地震が1995年1月に発生して以降、震度6以上の大規模地震が短周期で多発していること (表-2)、2012年12月に政府が公表した「地震発生確率」

表-2 兵庫県南部地震以後の主な大地震

発生日	地震名	規模	備考
1995.1.17	兵庫県南部地震	M 7.3	震度7
2000.10.6	鳥取県西部地震	M 7.3	震度6強
2001.3.24	芸予地震	M 6.7	震度6弱
2003.7.26	宮城県北部地震	M 6.2	震度6強
2003.9.26	十勝沖地震	M 8.0	震度6弱
2004.10.23	新潟県中越地震	M 6.8	震度7
2005.3.20	福岡県西方沖地震	M 7.0	震度6弱
2005.8.16	宮城県沖地震	M 7.2	震度6弱
2007.3.25	能登半島地震	M 6.9	震度6強
2007.7.16	新潟県中越沖地震	M 6.8	震度6強
2008.6.14	岩手・宮城内陸地震	M 7.2	震度6強
2008.7.24	岩手県沿岸北部地震	M 6.8	震度6強
2011.3.11	東北地方太平洋沖地震	M 9.0	震度7

によれば、2013年から30年以内に震度6弱以上の地震発生確率は、千葉県で75%と確率が高い結果であったことなどを考慮すると、今後、新設または取替えを行う管路施設はレベル2対応で設計すべきと考えます。

「NSW型地震対策マンホール」ではすべてレベル2に対応しており、液状化現象が発生する地

盤において地下水位上昇、浮力増大に伴うマンホール突出、浮力防止が実現できます。

## 5 投資額の試算

### 〈3,000万円工事〉

- 工事延長は約 300 m、マンホール数は5カ所程度
- NSW型にした場合、材料費が1カ所 20万円増となる
- トータルで 100万円増となる ( $100 \div 3,000 = 3.3\%$ )

この 3.3%の投資で施設全体がレベル2対応となり、安全・安心が確保されます。

### 〈5,000万円工事〉

- 工事延長は約 500 m、マンホール数は9カ所程度
- NSW型にした場合、材料費が1カ所 20万円増となる
- トータルで 180万円増となる ( $180 \div 5,000 = 3.6\%$ )

この 3.6%の投資で施設全体がレベル2対応となり、安全・安心が確保されます。

## 5 まとめ

上下水道管路選定の最新情報を追記して、まとめとします。

まず、上水道管路の7～8割がφ 200mm以下の小口径で、近年の使用管材はポリエチレン管が大半を占めています。今までは、本管（ポリ管）からの給水取り出しの分水サドルに安価な鋼製サドルを使用していましたが、トータルの耐震性、漏水防止、サビ防止等から同材質のポリエチレン製サドルを使用し、管路全体（本管～給水取り出しまで）の耐震性能レベル2を確保する事業体が増えています。

一方、下水道管路の場合も7～8割はφ 200mm以下の小口径で使用管種は塩ビ管（K-1）が一般的です。この塩ビ管の継手耐震性能は、レベル2を要しています。しかし、維持管理用のマンホールがコンクリート製で異種材料です。このマンホールをレベル2対応にすることで、管路施設全体が耐震レベル2を確保することになります。

耐震計算手法、各設計指針の見直しが待たれるなかで、今やらなければならないことは、過去15年の大規模地震の実態、向こう30年の大規模地震の高発生確率を考慮して、従来型のマンホールをそのまま設置するのではなく、NSW型マンホールを設置し、管路施設の耐震レベル2を確保し、市民、住民のライフライン、財産を守ることが我々技術者、施設管理者の役目だと思えます。

なお、本工法の開発者は(株)NSワークで、製造者は千葉窯業(株)本社事業部県南営業所ですが、千葉県以外の製造者は地産地消が原則で、各県内に本店を構えるコンクリート製品製造会社となっています。また、販売者は(株)STNサービス、(株)根本、扶桑建設工業(株)、森松工業(株)となっています。