

マンホール浮上防止工法の有効性を探る

浜松市が下水道機構関連3工法を試験施工



市内の幹線道路や避難路を対象に実証実験が行われている

開発進む浮上防止対策技術

地震発生時にマンホールが浮上する現象は、下水道の排水機能の停止はもとより、交通機能にも影響を及ぼし、被災住民の救助活動を妨げるなど、多方面に甚大な被害をもたらします。平成16年10月に発生した新潟県中越地震では、小千谷市、長岡市などを中心に1,400カ所以上でマンホールが浮上し、関係者に大きな衝撃を与えました。

これを受けて、本機構を含む研究機関やマンホールメーカーでは、マンホールの浮上防止対策技術の研究開発に取り組み、現在では数種の工法が開発されています。

こうした中、静岡県浜松市では、平成18年度に策定された「下水道地震対策緊急整備計画」に基づき、既設管路施設の耐震化に取り組むと同時に、マンホールに関しても浮上防止対策4工法について既設マンホールに実際に施工する大規模な実証実験を行っており、関係者から注目を集めています。

これら4工法のうち3工法は、本機構において共同研究が行われた工法や建設技術審査証明事業で審査証明を行った工法が採用されています。

そこで、今回のトピックスは、この実証実験の概要とそこから浮かび上がってきたそれぞれの工法のメリットや課題などについて浜松市上下水道部におうかがいすることにしました。



緊急避難場所となっている小学校裏手の道路での施工状況

公的な技術認証が選定の鍵に

マンホールの浮上現象は、地震動によって地盤が液状化することが原因とされています。地震時に地下水を含んだ砂質地盤に強い揺れが働くと、砂粒子と砂粒子との隙間に異常な圧力「過剰間隙水圧」が発生します。この圧力により砂粒子同士の接合が切れ、砂粒子が水の中を漂う状態、いわゆる液状化現象が発生します。これによってマンホール側壁と地盤との摩擦抵抗が失われ、比重の軽いマンホールが浮上するというわけです。

開発された浮上防止対策工法には、マンホールの底版や外周に凸形状の部材を取り付け、マンホール自体の比重を重くする「重量増大型」や、マンホールの周りに発生する浸透水をマンホール内に取り込んだり、地表近くの地盤に消散させたりすることで過剰間



図-1 マンホールフランジ工法概要図



マンホールにコンクリートの部材を巻き付ける



上部に金枠を取り付け、中に重量体を充填



鋳物製の重量体

隙水圧を減少させる「過剰間隙水圧消散型」のほか、安定した地盤にアンカーを打ち込んでマンホールを固定する「アンカー定着型」などがあります。

浜松市が今回の実証実験で採用したのは、これらの工法のうち、重量増大型の①マンホールフランジ工法と②ハットリング工法、過剰間隙水圧消散型の③フロートレス工法と④アースドレーン工法です。①は本機構と民間企業との共同研究技術であり、③④は本機構の技術審査証明を受けた技術です。いずれも公的な機関から評価を受けていることや、既存マンホールへの適用性があること、現場の地質に適していること、施工時に一般交通に与える影響が少ないこと、コストが妥当であることなどを条件に工法の選定が行われました。

計画では、公的施設や病院、学校などの重要施設が集中している中部処理区内の幹線道路や避難路に設置されたマンホール80カ所を選び、4工法をそれぞれ20カ所に施工。工法の適用性や施工性、導入による効果などを検証することになっており、現在はほぼ施工が完了しています。

各工法の概要と施工後の評価

では、施工の際にどのような課題が浮かび上がってきたのでしょうか。本機構が関係した3工法の概要とともに浜松市上下水道部の評価をまとめてみました。

1) マンホールフランジ工法

マンホールフランジ工法は、マンホール本体の上部外周に凸型形状の部材（フランジ）を設けると同時に、その周囲に金属製の金枠（籠）を取り付け、その中に碎石やスラグ、金属等の重量体（重り）を充填して、マンホール底面に作用する揚圧力とつり合わせ、浮上

防止を図る仕組みです。

「既設マンホール本体や現場の地質などから重量体の最適な重さを割り出すので、設計に少々手間はかかりますが、対象の工法の中ではもっとも“安心感”のある工法と言えます。また、特殊な機材を必要としないので、地元業者でも施工できるというメリットもあります。ただし、マンホール周囲の地盤をかなり掘削するので、拡幅のない道路や地下埋設物が輻輳しているような場所では施工が難しいと感じました。交通量の多い幹線道路などに適した技術だと思います」(浜松市上下水道部)

2) フロートレス工法

フロートレス工法は、受圧板・ソケット・メッシュ等で構成された「過剰間隙水圧消散弁」をマンホールの側壁に開けた孔に設置し、地震時に過剰間隙水圧が発生すると、受圧板がはずれ、水圧をマンホール内に消散することで、マンホールの浮上を抑制する工法です。消散弁の地盤側はメッシュ構造になっており、土砂がマンホール内に流入するのを防止する仕組みになっています。

「土工事がないため、4工法の中ではもっとも施工性のいい技術と言えます。マンホール内に作業員が入って施工するだけですから、交通規制や騒音・振動が最小限に抑えられるという点からもメリットは大きいと思います。課題があるとすれば、地震発生後に、はずれた受圧板をどうやって復旧するのかということや、大型車両などによる振動で受圧板がはずれる可能性はないかということです。幹線道路や常時地下水の



マンホールの直壁を中から穿孔



取り付けられた過剰間隙水圧消散弁

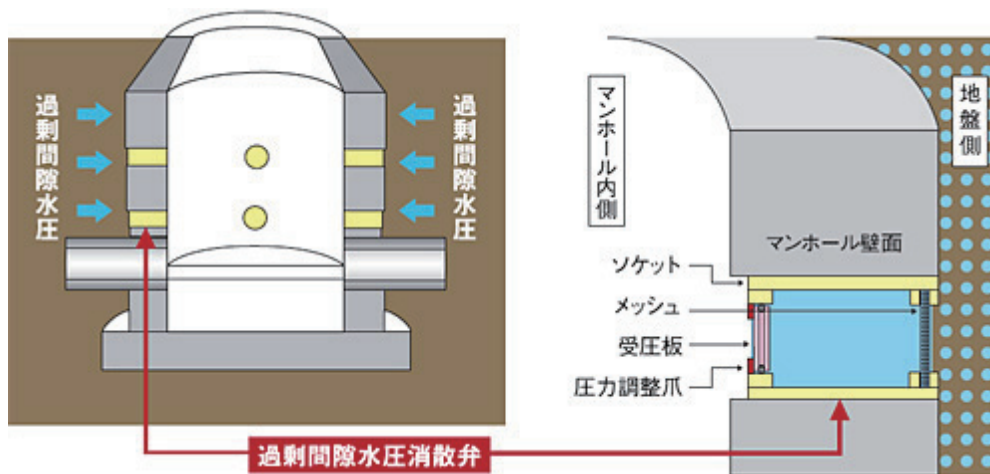


図-2 フロートレス工法概要図

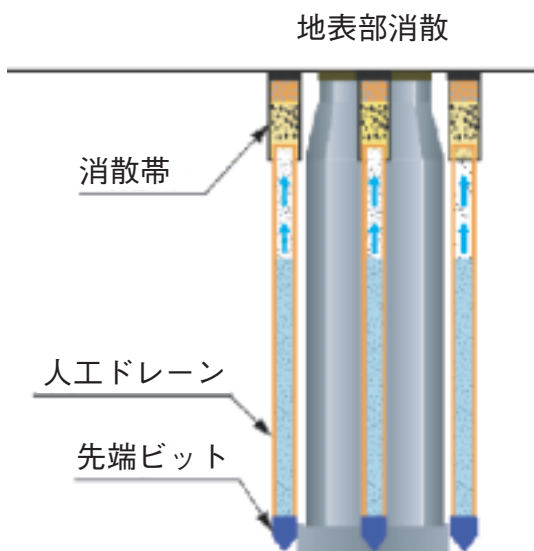


図-3 アースドレーン工法概要図

高いところは避けた方がいいのかもしれませんが」(同)

3) アースドレーン工法

アースドレーン工法は、透水性の高い人工ドレーン（ポリプロピレン樹脂製）をマンホールの周囲に埋設することにより、地盤の液状化現象の要因である過剰間隙水圧を地表面近くの地層に消散させ、マンホールの浮上を抑制する仕組みです。

「施工性としては、他の工法とそれほど違いはありませんが、ドレーンをマンホール周辺の地盤に広範囲に設置するため、地下水が高く、明らかに液状化が発生するようなどころには有効ではないかと思います。また、地下埋設物を避けて施工できるので、場所を選ばないという点も評価できます」(同)

年度内にさらに100カ所を予定

マンホールの浮上防止対策技術は、新たに開発された技術であるため、振動台などを使用した実験データはあるものの、実際の地震動にどう対応するかは未知数な部分が多く残されています。浜松市上下水道部では、今回の実証実験の結果をまとめるとともに、今年度内は新たに100カ所ほどの既設マンホールに対し、いくつかの工法を選定して更なる検証を行う予定とのことです。

「今回の実証実験は、私どもにとっても、また施工を行った地元企業にとっても、いい経験になりました。今後は、これらの工法に対する分析・評価を行い、浜松市独自の既設マンホール浮上防止対策マニュアルとしてまとめる計画です。それに際しては、下水道機構など公的な機関の検証や評価なども貴重な資料になると考えますので、既存工法の更なる認証に加え、新たな技術の共同研究も進めていただきたいと思います」(同)

現在、下水道総合地震対策事業を実施している下水道事業体は、全国で170カ所を超えています。これらの事業体の中には、マンホールの浮上防止対策を計画に組み込む検討をしているところも多く、浜松市の積極的な取り組みは、工法選定の指標になるものとして期待されています。

最後になりましたが、取材の際にお世話になりました浜松市上下水道部の皆様にご場をお借りして御礼申し上げます。



圧入されたケーシングに人工ドレーンを挿入



設置されたドレーン