

土のうを利用したマンホール浮き上がり対策の提案

山形設計（株） 正会員 堀内 宏信

1. はじめに

平成16年10月23日、新潟県中越地方を震源とする直下型の地震により、新潟県の川口町で震度7、小千谷市、山古志村、小国町で震度6強を観測したのを始め、東北地方から近畿地方にかけて広い範囲で揺れを観測した。この平成16年新潟県中越地震による被害の特徴的な事例の一つとして、下水道のマンホールの浮き上がり現象の多発が挙げられる。

マンホールに浮き上がりが生じると、下水道本来の汚水の流下能力を失い、中・長期的な復興の障害になるばかりではなく、被災直後に最も重要となる緊急輸送路を阻害してしまうため、その対策は大きな課題の一つである。本稿は、浮き上がりの想定原因と構造的長から、対策の一方法について提案するものである。

2. 浮き上がりの原因

今回の新潟県中越地震における下水道被害の特徴は、写真-1、2に示すように、マンホールと管渠周辺だけが局部的、選択的に液状化の被害を受けている点にある。

これは、マンホールが強い地震動にさらされると、図-1に示すように、下部の埋め戻し土である砂層が局部的な液状化を引き起こすことによると推定される。局部的な液状化の発生によって下部の砂層が流体化して地表面に噴出す



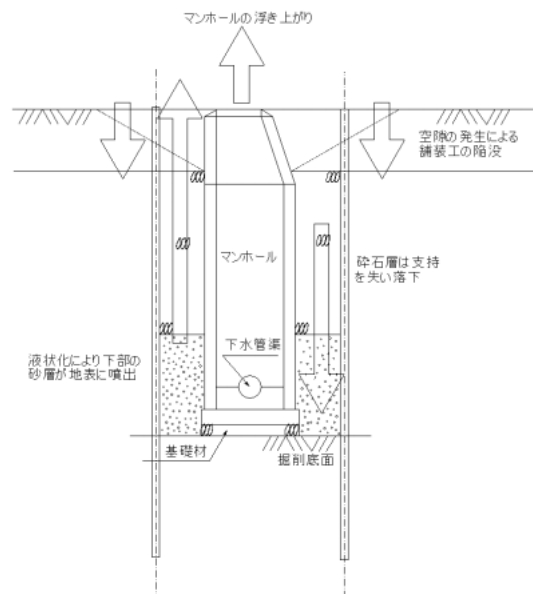
写真-1 マンホールの浮き上がり 写真-2 管渠埋め戻し部の陥没

ると、その上部の砕石層は支持を失うために落下して空隙が生じ、生じた空隙に向かって舗装工が陥没する。

またマンホールの深さと地下水位との関係にもよるが、マンホールには土被りがなく自重のみでは浮力に対する安定を確保できない構造であるため、仮に液状化に至らずとも、周辺地盤からの拘束を失えば浮き上がる可能性がある。

3. 対策工法

このような“コップの中の嵐”ともいえる局部的な液状化対策を検討する際には、下水道特有の構造について考慮する必要がある。マンホール部の掘削平面は一般に2m×2m程度であることが多く、ここに外径約1mのマンホールを据え付けることから、埋め戻しは狭い作業空間内での施行となるため、一般に埋め戻しの1層厚が厚くなり、これをタンパ等で転圧するため、締め固めには自ずと限界がある。



地下鉄の駅舎や共同溝などのボックス構造における代表的な 図-1 マンホールの浮き上がりメカニズム

キーワード 地震、液状化、マンホール、浮き上がり、土のう

連絡先 〒990-2481 山形市あかねヶ丘3-8-4 山形設計株式会社 技術営業課 Tel 023-643-7521

液状化対策として、グラベル材による埋め戻しやセメント系固化材による地盤改良などの工法が挙げられる。しかしマンホールの場合には、相対的に自分より小口径で強度の低い管渠と直交方向に接合されている構造上の特徴を有している。

仮に砂材を用いず、砕石などのグラベル材で埋め戻しする場合、塩化ビニール製の管渠であれば、礫径や形状によっては砕石と点接触している部分に応力が集中し管渠が損傷するおそれがあるため、粒度調整等が必要となる。

またセメント系固化材などにより地盤改良する場合、改良部の地盤剛性が大きくなり過ぎると、地震時の揺れ方が周囲の地盤と異なると、改良部境界付近の管渠に過大な曲げやせん断力が作用するおそれがある。予めストックヤードにて適切な強度の盛土材に改良して利用すれば問題はないが、原位置改良の場合には、配合試験に要する時間、現場／室内の強度差の発現、さらには原位置での強度の直接確認が難しいなどの問題が生じる。

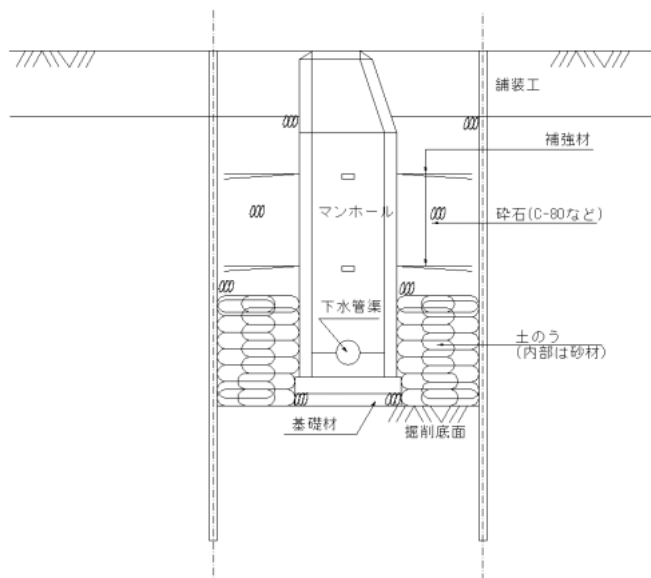


図-2 土のうを利用した浮き上がり対策

このような特徴を持つ下水道のマンホールにおいては、図-2に示すような、下部の砂層を土のう詰めして埋め戻す工法が対策効果、及び施行管理の両面で有効であると考えている。土の液状化は、飽和した緩い砂質土が地震動によりせん断変形されると、負のダイレイタンスにより体積が減少し、これによって過剰間隙水圧が上昇し、最終的に土粒子間に働く有効応力が消失することで発生する。これに対して土のうは、土全体を補強材で包み込む構造であることから、液状化の発生に対して極めて優秀な対策工法となる。

マンホール下部の埋め戻し土の砂層を、このような補強効果を持つ土のうに詰めることにより、地震時の土粒子の移動を物理的に拘束するので、過剰間隙水圧を低減し、局所的な液状化の発生を防ぐことが可能である。さらに土のう詰めることで、側圧がない状態でも土を自立させることができるようになるため、砕石層までを土のう詰めることで、一帯が液状化しやすい地盤であっても、マンホール周辺に自立性の高い非液状化領域を形成することができる。

また、マンホール周辺の埋め戻し土の重量を利用して、マンホールの浮力への抵抗力を増加させるためには、例えば図-3に示すように、マンホール側壁に取り付けた補強材を埋め戻し土中に布設する方法が有効であろう。

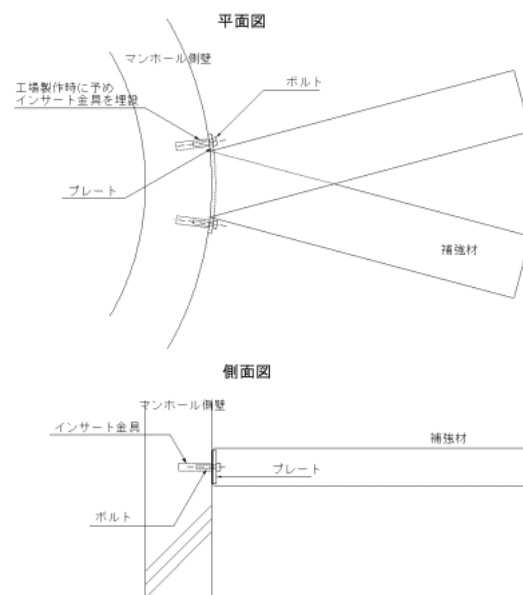


図-3 補強材による浮力への抵抗増加

4. おわりに

本稿で示した土のうと補強材を利用したマンホールの浮き上がり防止構造は、定性的な効果は期待できるものの、一般的な工法として認められるためには、実験等に基づく定量的な効果の確認が不可欠である。

また実用化のためには、土のう作成の機械化・省力化の他、土のう袋の材質、積み方、管渠廻りの処理などの細かな仕様についての標準化、さらに経済性の向上が必要となり、今後の課題である。