

【技術なんでも相談】

■重いコンクリート構造物がなぜ地震の液状化で浮上するのですか？

匿名希望

○お答えします。

施設工学研究領域 土質担当研究員 有吉 充

(1) 液状化現象とは

地盤の液状化現象は、地下水位以下にあるゆるい砂の層が、地震により強い揺れを受けると発生します。この条件が揃いやすい場所としては、旧河道や埋め立て地などが上げられます。

地下水で飽和したゆるい砂の地層が強い揺れを受けると、砂の粒子は変形して密な状態になろうとするので、粒子の間の水は圧力を受け（過剰間隙水圧）、砂粒子の間隙を押し広げようとする力となり、砂粒子同士のかみ合わせを壊し、砂粒子はが地下水中に浮かんた状態（液状化）になります。

(2) コンクリート構造物の浮上の要因分析

図1に示す空気弁工の浮上を事例に、要因分析を行ってみました。

ただし、構造物周囲の地盤状態を評価するデータが無いので、図2に示す構造図から、浮上の主たる原因となる地下水の位置を割り出してみました。



図1 液状化で浮上した空気弁工

この空気弁工は、直径2,200mmのFRPM管路の途中に設置されています。空気弁工とFRPM管路との間の接合部には、不同沈下に備えて可とう管をかましていることから、この試算では空気弁工はFRPM管路の浮上の影響を受けないものと仮定しました。

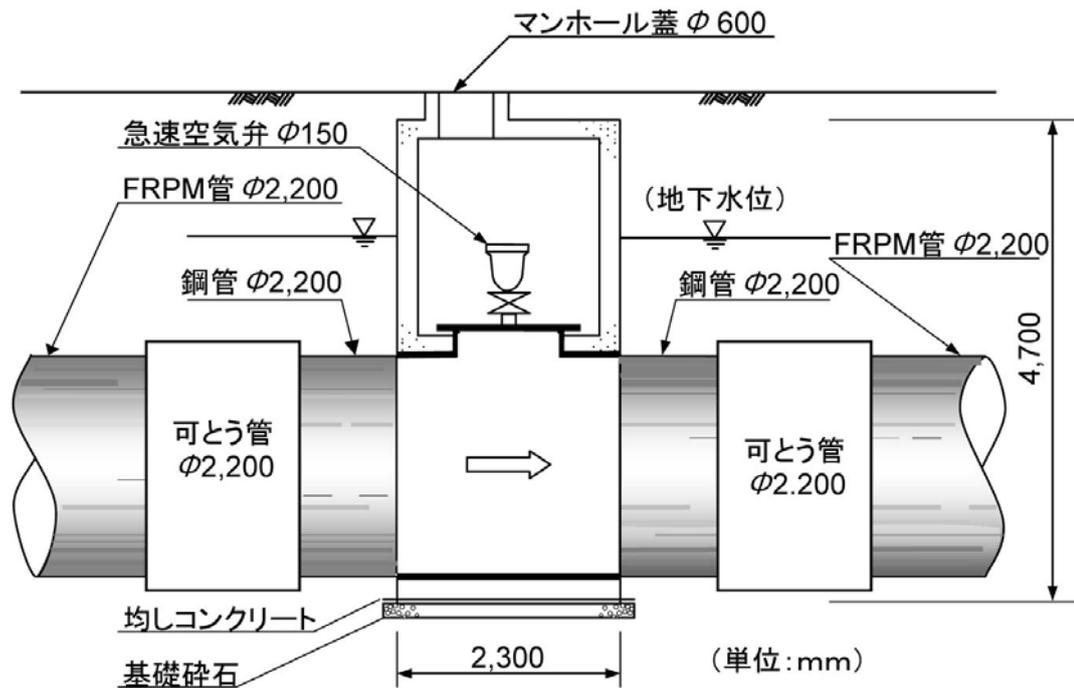


図2 空気弁工の構造図

図2の構造図から、空気弁工の総重量（空気弁工上下流部に張り出している鋼管、管路内は充水された状態であったことから鋼管内の水重を含む）は512.9 kN、総体積は36.6 m<sup>3</sup>と算定されました。液状化地盤の重量を単位体積重量 18.0 kN/m<sup>3</sup>（1.84g/cm<sup>3</sup>）<sup>注1</sup>として空気弁工が受ける浮力を計算し、総重量と浮力がほぼ釣り合う地下水位を算定しました。

（注1 （例えば）國生剛治著 巨大地震を読み解くキーワード液状化現象 p.25）

その結果、地表面から約1.4m下に地下水位があれば、空気弁工は浮上することがわかりました。

### （3）対策工について

液状化を防止するためには、液状化の要因を排除する対策を講じる必要があります。すなわち、砂のゆるい層を改良するため、セメント系の接着剤や固化剤の地盤注入や密度を上げる工事を施したり、地盤の地下水位を上昇させない工事によって構造物に及ぼす浮力を小さくするなどの対策が考えられます。

### （4）液状化の研究

1964年3月に発生したアラスカ地震及び同年6月に発生した新潟地震が液状化研究の端緒となり、アメリカと日本で液状化の研究が始まりました。日本の液状化現象に関する解

析手法や施工技術は世界で最も進んでいます、まだまだ解明しきれていない部分も多く残されています。

我が国のパイプラインは、液状化現象の解明が進む以前に施工されたものも多く、また、採用される工法は、工期、工事費等との兼ね合いの中で決定されるため、最先端技術を導入していない現場も多くあり、液状化現象による被害が無くならないというのが実情です。

このような中で、農工研が平成 12 年に開発した図 3 に示す浅埋設工法は、管路の直上部と側面部の埋戻し材の砕石を、ジオテキスタイルにより一体化することで、浮力に対する抵抗力を大幅に増加させる工法です。さらに、管路を浅い位置に埋設するので、地下水の影響を受けにくくなります。現在は、国や県が実施主体の公共事業を通じて普及されています。この工法を採用した地区では、東日本大震災でも液状化被害を免れており、パイプライン工法として優れていることが実証されました。

農工研では、今後、東日本大震災で被災した各地のパイプライン地区を丁寧に調査し、さらに精度の高い解析技術と震災に強い対策技術の開発に努めていく所存です。

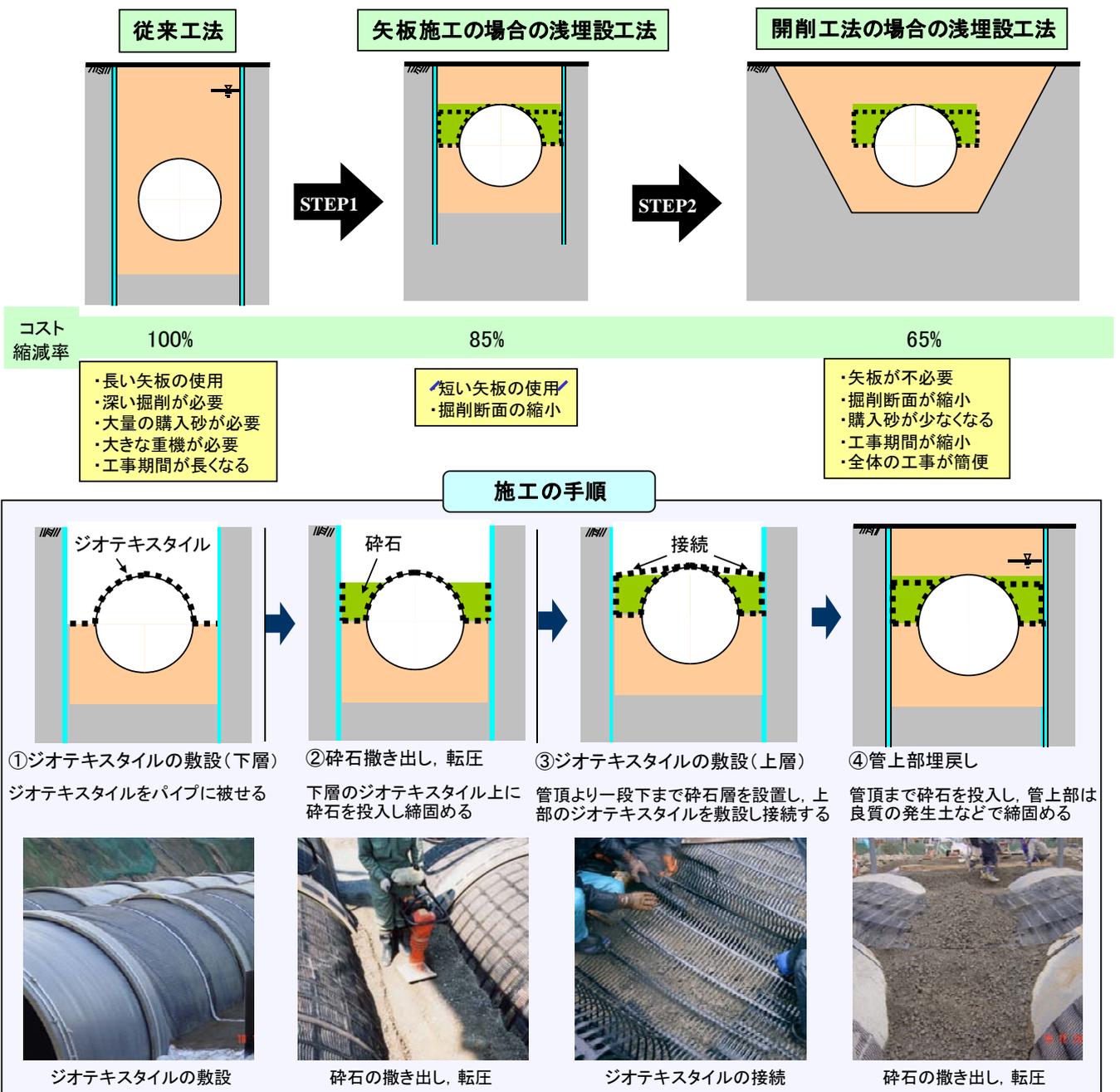


図 3 農工研が開発したパイプライン浅埋設工法