

エアモルタルの変形性能を考慮した立坑部埋設パイプラインの健全性照査法

東京ガス(株) 正会員 坂上 貴士
 正会員 ○吉崎 浩司
 正会員 笠松 保志
 正会員 岸 雅文

1. はじめに

河川および鉄道路線を横断する箇所にパイプラインを敷設する際には、推進工法が用いられるが、一般に、推進部から一般埋設部への移行区間である立坑部は、土留壁撤去時や矢板引抜時において、地盤沈下が発生しやすい環境にあることから、施工時に配管系の状態を監視することが求められる。数値解析を用いて配管系の健全性を照査する際には、推進管の出口部における配管系を完全固定条件としてモデル化し、評価を行った事例が多く見られるが、実際には推進管と配管系の間には、変形性能を有するエアモルタルなどが充填されることから、現状の評価方法は過度に安全側の評価を行っていると考えられる。本研究では、エアモルタルの変形特性を実規模実験により明らかにし、エアモルタルの変形性能を考慮したパイプラインの健全性照査法を開発したので、ここに報告する。

2. エアモルタルおよび二重配管具圧縮実験

一般に、パイプラインを推進管内に配管する際には、配管系に二重配管具を装着し、推進管内の所定位置に移動させ、エアモルタルを打設するため、推進管内部の配管系挙動はエアモルタルおよび二重配管具の変形挙動に支配される。そこで、本研究ではエアモルタルおよび二重配管具の変形特性を把握するため、推進管部を模擬した実規模模型を作成し、圧縮実験を実施した。それぞれの実験概要を図1および2に示す。エアモルタルは、鋼管と鞘管間の離隔距離により規定される充填空間（図1中の t ）が、変形特性に影響を与えと考えられるため、 t の異なる試験体AおよびBを作成し実験を行った。また、実験当日に実施した一軸圧縮試験の結果、エアモルタルの一軸圧縮強度は 0.57N/mm^2 であった。実験に用いた二重配管具は、ポリプロピレン樹脂製のパイピングスモウサーである。

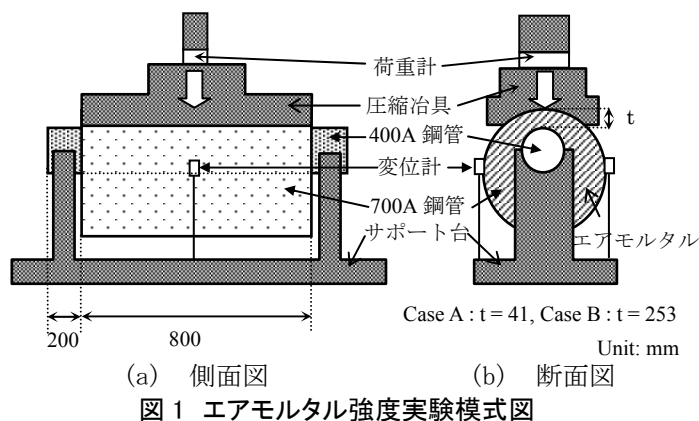


図1 エアモルタル強度実験模式図

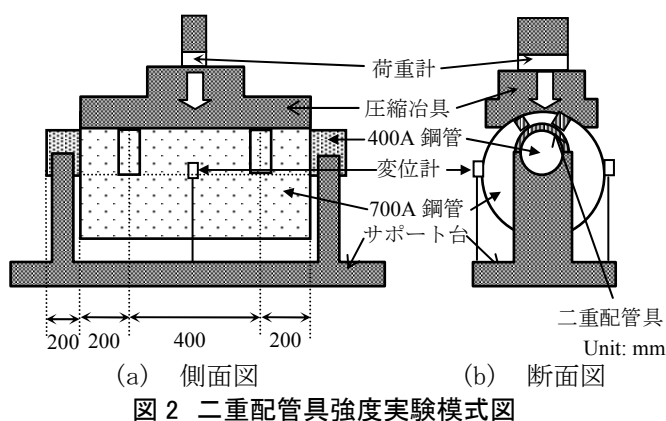


図2 二重配管具強度実験模式図

図3に、実験により得られたエアモルタルおよび二重配管具の荷重～変位曲線を示す。エアモルタルの初期降伏点は t の値に依存しないことおよび、降伏後の塑性変形領域はCaseAに比して、CaseBの方が長いことが確認された。また、一定変位に達すると、エアモルタルおよび二重配管具ともに、硬化することが確認された。

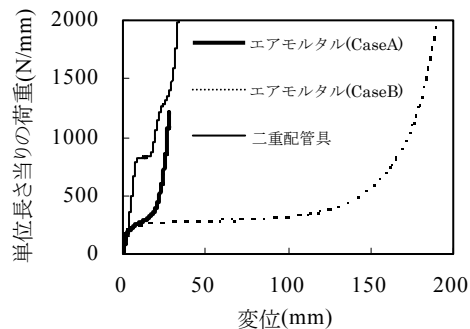


図3 エアモルタルおよび二重配管具変形特性

キーワード エアモルタル、地盤沈下、ガス導管、立坑

連絡先 〒230-0045 神奈川県横浜市鶴見区末広町1-7-7 東京ガス株式会社 TEL 045-505-7309

3. エアモルタルの変形性能を考慮した配管系の変形挙動解析

エアモルタルおよび二重配管具圧縮実験により得られた変形性能を用い、仮想配管系を対象に有限要素解析により地盤沈下発生時における配管系の変形挙動解析を行った。図4に仮想配管系および想定地盤沈下を示す。沈下分布は、矢板引抜時に伴い発生する地盤沈下を想定し、立坑部内において矢板再深部から地表面方向へ漸増する三角形分布とした。配管系は外径 406.4mm、板厚 11.9mm の API-5L-X60 で構成されるものとし、shell 要素でモデル化した。地盤と配管系に発生する相互作用力は、配管系の軸方向、軸直角水平方向および軸直角鉛直方向に配した地盤ばねを介して作用するものとし、その物性値は高圧ガス導管液状化耐震設計指針¹⁾に従うものとした。解析は現状の評価方法である、推進出口部における配管系を完全固定条件とした場合(Case1)と、実験により得られたエアモルタルおよび二重配管具の変形性能をばね要素により表現した場合(Case2)について実施した。

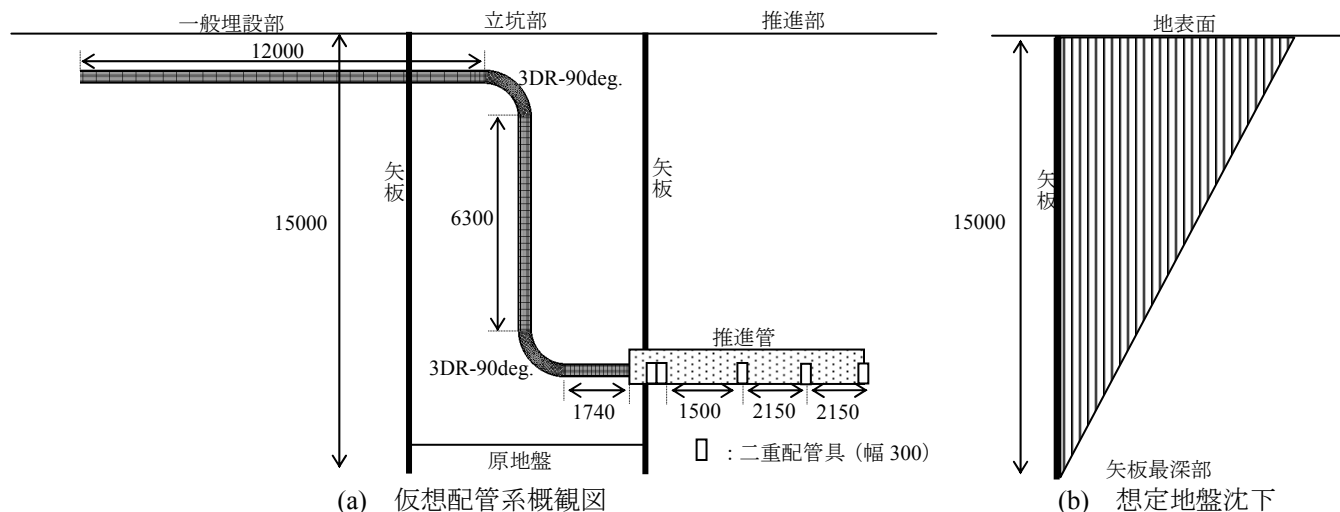


図4 解析モデル

図5および図6に、それぞれ地表面沈下量 45mm 時の Case1 および Case2 における合成応力のコンター図を示す。Case1 は、完全固定条件とした推進管出口部に応力集中が見られるが、Case2 はエアモルタルおよび二重配管具が変形するため、局所的な応力集中は見られない。図7に Case1 および Case2 における地表面沈下量と当該配管系に発生した合成応力の最大値の関係を示す。配管系部材の規格最小降伏応力 414Mpa に到達する地表面の地盤沈下量を許容地盤沈下量と定義すると、Case1 は 45mm 程度、Case2 は 250mm 程度となり、エアモルタルおよび二重配管具の変形性能を考慮することで、許容地盤沈下量が大きく増加することが分かる。

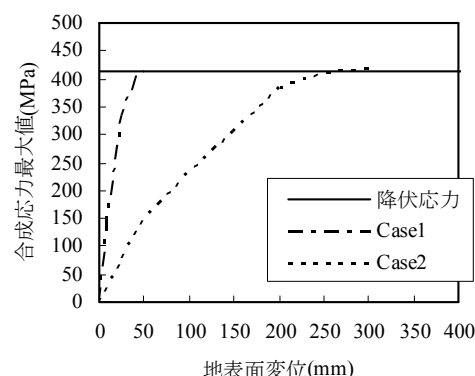
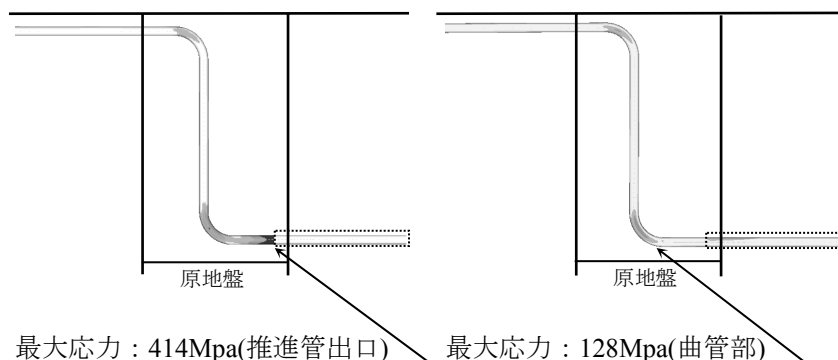


図5 Case1 の合成応力コンター

図6 Case2 の合成応力コンター

図7 地表面変位と応力最大値

4. まとめ

エアモルタルの変形特性を実規模実験により明らかにし、エアモルタルの変形特性を考慮した、パイプラインの地盤沈下に対する健全性照査法を開発した。本手法を用いることで、許容地盤沈下量が増加することから、合理的なパイプラインの設計、施工および維持管理が可能になると考えられる。

参考文献

- 1) 日本ガス協会：高圧ガス導管耐震設計指針，2000。