

I - B438

埋設パイプラインの地盤変状対策

NKK 正会員 松山英治

NKK 正会員 鈴木信久

NKK 加藤昭彦

1. 目的

埋設パイプラインの耐震安全性が求められる中、せん断モードの地盤変状に対して効果的な対策方法について検討されている例は少ない。本報告では、せん断モードの地盤変状によりパイプラインに発生するひずみの低減策として、埋め戻し材料および埋め戻し方法に着目し、埋設管周囲の地盤剛性を低減する方法とその効果について検討した。

2. 解析条件

パイプラインは呼び径 150mm（外径 165.4mm、管厚 5mm）の鋼管を対象として解析した。

図 1 に示すように地盤のせん断面における相対変位量（ Δ ）を地盤変位量と定義し、今回の解析では $\Delta=30\text{cm}$ とした。

地盤剛性の低減には、（1）式に示す地盤ばね低減係数（ α_i ）を用いて考慮した。

$$k_i = \alpha_i k_N \quad \cdots \cdots (1)$$

ここに、 k_i は解析に用いる地盤ばね定数、 α_i は地盤ばね低減係数、 k_N は通常地盤の地盤ばね定数をそれぞれ表している。（但し、 $i=1$ ：管軸方向、 $i=2$ ：管軸直角方向を表す。）

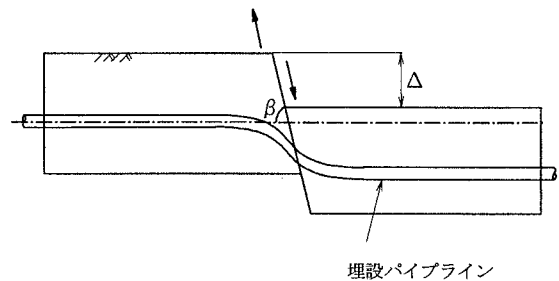
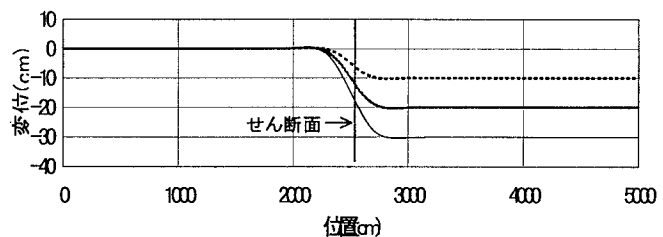


図1 地盤の変形による埋設パイプラインの変形

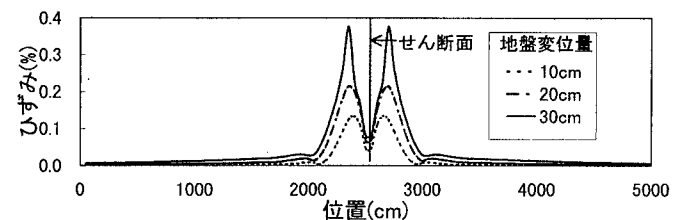
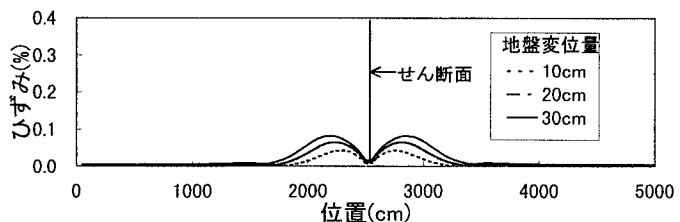
図2 変形図（ $\alpha_i=1$ ）

3. 解析結果

パイプラインの軸方向とせん断面の成す角度（ β ）が 90° の場合におけるパイプラインの変形図を図2に示し、パイプに発生するひずみ分布図を図3に、地盤ばね低減係数（ α_i ）=1/10 の場合の

ひずみ分布図を図4に示す。せん断面の位置は 2500cm に設定した。

これより、パイプラインの管軸直角方向の地盤剛性（地盤ばね定数）を 1/10 とすることにより、パイプに発生するひずみを 80% 程度低減できることが分かる。

図3 ひずみ分布図（ $\alpha_i=1$ ）図4 ひずみ分布図（ $\alpha_i=1/10$ ）

キーワード：埋設管、施工法、地盤変状、地盤剛性

連絡先：NKK エンジニアリング研究所 TEL. 044-322-6235

4. 実験方法

呼び径 150mm の鋼管（外径 165.4mm×管厚 5.0mm）を用いて、せん断土槽によりパイプラインの軸とせん断面の成す角度（ β ）が 90° となる場合について地盤変位量とパイプに発生するひずみの関係を実験的に求めた。砂で埋め戻した場合（CASE1）とパイプ周囲を図5に示す1軸圧縮強度特性を持つ材料で埋め戻した場合（CASE2）の2ケースについて実施した。埋め戻しによる対策例を図6に示す。

5. 実験結果と数値解析

図7に実験結果を示す。実験による発生ひずみをもとにして地盤モデルを作成し、パイプに発生する最大ひずみ求めた。図7はせん断面から 100cm の位置のパイプに発生する曲げひずみを実験値と解析値と比較したものである。解析結果を図8に示す。

図8よりパイプに発生する最大ひずみを最大 50% 程度低減可能であることがわかる。今回の実験条件では、パイプ埋設の掘削幅は約 60cm で、パイプ側面に幅 20cm 程度の埋め戻し材を設置した。この埋め戻し材料の 20cm 幅に対し地盤変位 15cm で最大の低減率が発生している。したがって、埋戻し材料幅が大きくなれば低減率が最大となる地盤変位およびひずみ低減率も大きくなると推定される。

6. 結論

パイプラインの耐震性向上工法として、パイプの埋め戻し材料により地盤剛性を低減することで地盤変位時の管体発生ひずみを低減する方法について検討した。図6に示したような具体的対策例について効果を実験により検証し、地盤剛性を低減するとパイプに発生する最大ひずみを低減できることを確認した。

本文で述べた対策工法は、埋め戻し材料によるため広範囲にわたって施工可能で、地盤の断層状の大変形が直接原因となる場合だけではなく、地盤の大規模な変形が予測される範囲における埋設パイプラインの耐震工法としても有効であると考えられる。

参考文献

- 1) (社)日本ガス協会：ガス導管耐震設計指針，1982。
- 2) (社)地盤工学会・阪神大震災調査委員会：阪神・淡路大震災調査報告書（解説編），1996。
- 3) Whitelaw, J. A and Reppond, D. W : Designs for buried pipeline can reduce seismic hazards, Oil & Gas Journal, Vol. 86, No. 42, 62-72, 1988。
- 4) 活断層研究会編：[新編] 日本の活断層—分布図と資料，東京大学出版会，1991。

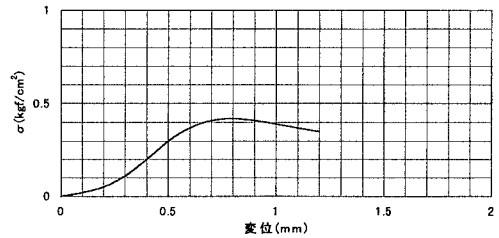


図5 埋め戻し材料の特性

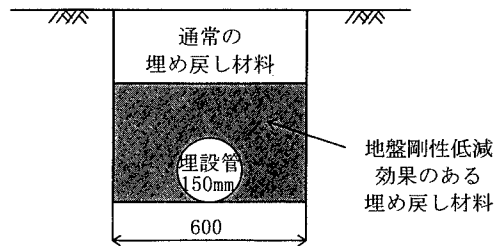


図6 対策の例

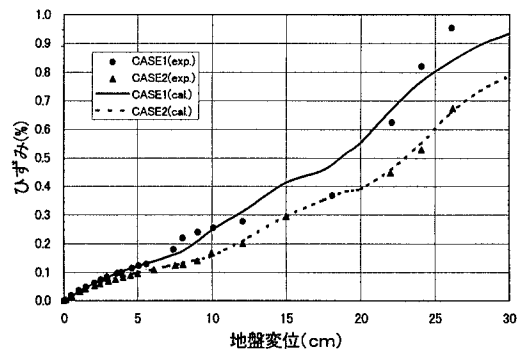


図7 実験結果

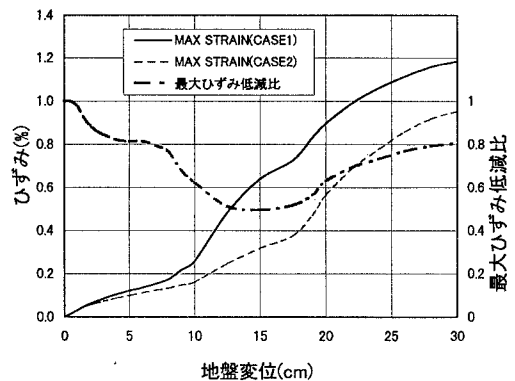


図8 解析結果