

I-532

液状化に伴う地盤の永久変形を受けるパイプラインの挙動

金沢大学工学部 正員 ○北浦 勝
 金沢大学工学部 正員 宮島昌克
 福井県 野村吉範

1. はじめに

1983年の日本海中部地震の際には能代市内において液状化に伴う地盤の永久変形が広範囲にわたって発生し、上水道管、ガス管などのライフラインにも大きな被害が発生した。このような地域における埋設管の被害は他の地域よりも非常に大きなものであり、液状化に伴う地盤の永久変形が地中埋設管に被害をもたらす重要な要因の一つであることが示唆された。本研究では、液状化に伴う地盤の永久変形を受けるライフラインの挙動解析を実施し、挙動特性を明らかにした。

2. 液状化に伴う地盤の永久変形を受ける埋設管路の挙動解析

地盤の永久変形の分布形状については、震害例の分析および著者らが行った模型実験の結果¹⁾から、調和波の1波長分であると考えられることができる。また、震害報告などに基づいて本研究では液状化に伴う地盤の永久変形の発生範囲を20 m～80 m、最大変形量を1 m～3 mとして解析を行った。解析の対象としては呼び径400mmのダクタイル鋳鉄管を取り上げた。ダクタイル鋳鉄管の継手部にはGM-II継手を用い、継手の引き抜けおよび回転に対する非線形性を考慮し、修正伝達マトリックス法を用いて解析を行った。

Figs.1、2 はダクタイル鋳鉄管の継手部における最大継手回転角を、永久変形の発生範囲および最大永久変形量との関係で示している。同図中の▼印は管路に発生する応答値が許容値を上回る場合であり、管路が破壊する可能性がある。

Fig.1 は変形する地盤の管路埋設位置においては液状化が発生していない場合の結果である。すなわち、変形を生ずる地盤のばね定数は周辺地盤のそれと等しい値としている。同図より、各永久変形発生範囲において地盤の最大永久変形量が大いほど、最大継手回転角が大きくなることわかる。また、地盤の最大永久変形量が一定であると、永久変形発生範囲が広いほど、最大継手回転角は小さくなっている。これは、液状化が発生しない地域においては、管路は地盤の変形に追従して変形するので、管路の変形量は地盤のそれと等しい。したがって、地盤の最大変形量が一定ならば、変形を生ずる管路が長いほど管路の平均的なひずみが小さいこと、また、この間に存在する継手の数が多くなるために、特定の継手に大きな回転角が集中するということがなくなるためである。GM-II継手の許容継手回転角は7°程度と言われているので、そのように考えると同図に示されているように、永久変形の発生範囲が狭くかつ最大永久変形量が大いケースでは管路が継手部で回転により破壊する可能性がある。

Fig.2 は液状化が発生し、変形を生ずる地盤の地盤ばね定数が1/10000 まで低下した場合の永久変形による管路の継手回転角を示している。同図より、液状化により地盤のばね定数が低下すると、管に作用する外力は小さくなるので、管に生ずる応答値は小さくなることわかる。この場合、永久変形発生範囲が20 mの場合と40 mの場合を比較すると、20 mの場合の方が応答値が小さくなっている。これは、永久変形の発生範囲が20 mの場合には管路と地盤の間に滑りが生じ、地盤の最大永久変形量に対し、管路の最大応答変形量が小さくなっているためである。このように地盤ばね定数が低下すると地盤の拘束が小さくなり、永久変形発生範囲に対する最大永久変形量の比が大い場合には地盤の変形に管路が追従せず、滑りを生ずるようになる。以上のことより、液状化が発生し地盤が軟化している場合には、地盤ばね定数の違いにより永久変形発生範囲に対する管路の応答の傾向が大きく変わることが明かとなった。

3. まとめ

浜田らの研究²⁾によると、液状化砂層は必ずしも管路が埋設されている深さ付近に存在しているとは限らず、それよりも深いところで液状化が発生し、管路付近の地盤が十分液状化せず堅いまま変形したと考えられる地域も少なくない。本研究の解析結果によれば、そのような場合には管路の破壊の可能性が大きくなることが明らかになった。今後は、液状化に伴う地盤の永久変形による管路の破壊を防止するにはどのような対策工法を採用すべきか、というような研究を行う必要がある。

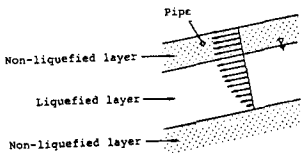
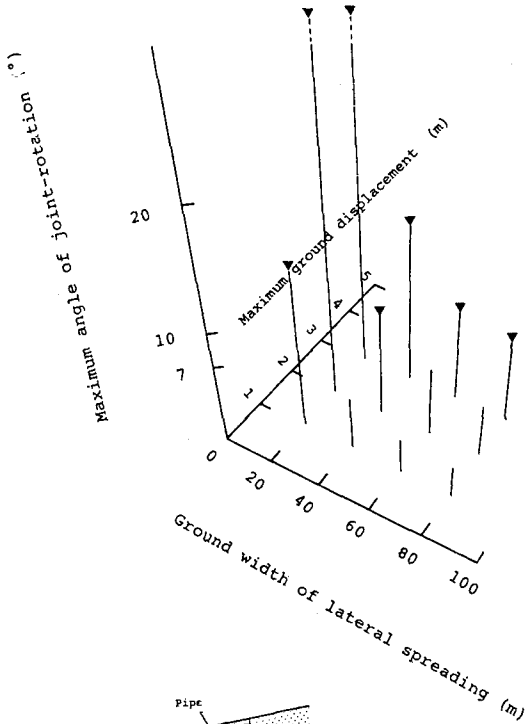


Fig. 1 Relationships between ground width of lateral spreading, maximum ground displacement and maximum angle of joint-rotation (Decreasing rate in soil spring constant = 1.0)

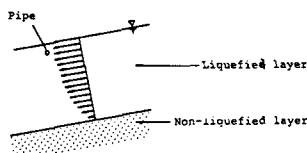
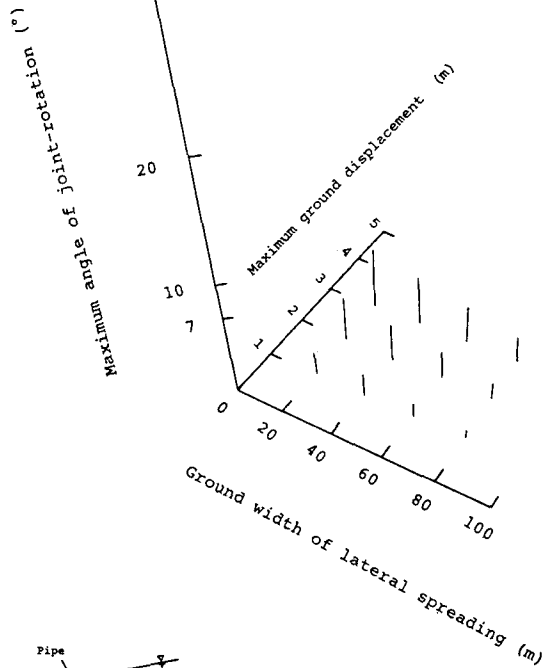


Fig. 2 Relationship between ground width of lateral spreading, maximum ground displacement and maximum angle of joint-rotation (Decreasing rate in soil spring constant = 1.0×10^{-4})

参考文献

- 1) 野村吉範・北浦 勝・宮島昌克：液状化地盤の永久変形に関する実験的考察、土木学会中部支部昭和62年度研究発表会講演概要集、pp. 270 ~271、1988.
- 2) 浜田政則・安田進・磯山龍二・恵本克利：液状化による地盤の永久変形と地震被害に関する研究、土木学会論文集、No. 376、pp. 221 ~229、1986.