

The interaction between soil and buried pipelines within liquefied grounds

S.M.Mir Mohammad Hosseini,¹
mirh53@yahoo.com

L. Rahimi,²
leila.rahimi.kh@gmail

ABSTRACT:

The buried pipelines due to their wide spread utilizations in urban areas and also providing the vital needs of societies are of great sensitivity and importance among other types of life lines. The main part of buried life lines in modern cities consists of buried pipelines. The imposed damages to buried structures due to liquefaction was first observed in 1964 during Nigata Earthquake. The obtained evidences in next earthquakes proved the necessity of aseismic design of buried structures against liquefaction and its consequences such as lateral spreads and heaving the structures.

In this paper a numerical model using finite difference method is presented for investigating the impacts of ground liquefaction on buried pipelines. To verify and calibrate the developed model, the results of a centrifuge model regarding pore pressure changes due to liquefaction and also the heaving of a buried pipe under 30g acceleration have been used. Comprehensive parametric studies have been carried out to investigate the role of main factors influencing soil-pipe interaction. Some of the main and important findings of this study are presented and discussed in the paper.

KEYWORD:

Buried pipeline, liquefaction, Centrifuge test, numerical modeling, soil-pipe interaction

¹ Prof. of Amirkabir University of Technology

² M.Sc. In hydraulic Structure, Amirkabir University of Technology

1- مقدمه

در میان شریان‌های حیاتی، سازه‌های مدفون به دلیل گستردگی‌شان در محیط شهری و تأمین نیازهای حیاتی شهروندان از اهمیت و حساسیت بالایی برخوردارند. بخش مهمی از شریان‌های حیاتی شهرهای مدرن را خطوط لوله مدفون تشکیل می‌دهند. تا چندی پیش چنین به نظر می‌رسید که سازه‌های زیرزمینی، به جز سازه‌هایی که در مناطق مستعد لغزش زمین³ و یا بر روی گسل‌ها قرار دارند، در جریان زلزله با خطر چندانی مواجه نیستند. اما تجربیات زلزله‌های شدید در چند دهه اخیر مانند زلزله‌های 1994 نرث ریج⁴ و 1995 کوبه⁵، لزوم طراحی لرزه‌ای سازه‌های مدفون و در نظر گرفتن پدیده‌های مانند روانگرایی و اثرات ناشی از آن مانند تغییرشکل‌های جانبی و بالاآمدگی⁶ سازه را روشن نموده است.

زلزله 1989 لمپریتا⁷ به خاطر وقوع روانگرایی و تغییر مکان جانبی زمین موجب آتش‌سوزی و خسارت شد. زلزله 1990 رودبار-منجیل، منبع بزرگ آب آشامیدنی رشت - انزلی را در اثر روانگرایی ویران کرد. زلزله 1994 نرثریج باعث شکست تعداد زیادی از لوله‌ها در اثر تغییر شکل دائمی زمین شد. زلزله کوشیرو-اکی⁸ که در 1993 به بزرگی 7/8 در شمال ژاپن به وقوع پیوست، باعث ایجاد آسیب‌های فراوان به تسهیلات فاضلابرو، لوله‌های گازرسانی، قرضه‌های جاده‌ها، خانه‌ها و تسهیلات ساحلی شد. [4] در جریان زلزله 1995 کوبه شکست تعداد زیادی از اجزای سیستم آبرسانی، فاضلابروها و شبکه گاز، منجر به حریق و قطع کامل آب برای اطفای حریق و مصرف آشامیدنی و خانگی شد. زلزله 1999 چیچی⁹ در تایوان، باعث شد سیستم‌های انتقال آب در نزدیکی مرکز زلزله کاملاً از کار بیفتند. 2 درصد از کل خسارات وارده به سیستم آبرسانی را روانگرایی موجب شده بود. در جریان زلزله کوچائلی¹⁰ در سال 1999، که به بزرگی 7/9 که در ترکیه رخ داد، خسارت قابل توجهی به سیستم آبرسانی در بسیاری از شهرهای مجاور کانون لرزه وارد شد. [11] خرابی سامانه‌های خطوط لوله مدفون بطور کلی به دو گروه تخریب بدنه و اتصالات تقسیم می‌گردد و خرابی بدنه لوله شامل دو قسمت نشست از لوله و شکست لوله می‌باشد و بطور کلی منشأ این خرابی‌ها عوامل زیر می‌باشد:

- 1) تغییر شکل‌ها و تنش‌های محور، خمشی و برشی در اثر حرکات زمین‌لرزه
- 2) تغییر مکان‌های زیاد به علت روانگرایی و خالی شدن خاک زیر لوله در اثر زمین‌لغزش
- 3) گسلش

اندرکنش خاک و لوله در خطوط لوله مدفون مسئله پیچیده‌ای است که در صورت وجود زلزله و رفتار غیرخطی خاک بر پیچیدگی آن افزوده می‌شود. اثرات انتشار امواج بر روی لوله‌های مدفون، رفتار لوله‌ها و اندرکنش آن با خاک به طور متعددی موضوع مطالعه قرار گرفته است. نیومارک¹¹ روش ساده‌ای برای تشخیص و تعیین پاسخ لوله به علت انتشار امواج زلزله ارائه کرد که بعداً "یه"¹² آن را گسترش داد. همانطور که یود و بکمان¹³ اظهار داشتند رفتار تخریبی مجراهای با قطر بالا هنوز به خوبی روشن نشده است زیرا تا به حال تعداد کمی مطالعه پیرامون آن‌ها در جریان زلزله‌ها صورت گرفته است. بر خلاف مجاری با قطرهای بالا، تعداد زیادی مطالعه پیرامون لوله‌های با قطر پایین و تخریب طولی آن‌ها (ا.رورکه و حمادی¹⁴، 1988) و نیز تغییرات دائمی زمین (ا.رورکه و توفیق¹⁵،

³ Landslide⁴ Northridge⁵ Kobe⁶ Uplift⁷ Loma Prieta⁸ Kushiro-oki⁹ Chi-Chi¹⁰ Kocaeli¹¹ Newmark¹² Yeh¹³ Youd & Beckman¹⁴ O'Rourke & Hmadi¹⁵ Tawfik & O'Rourke