

۱۵۱۲۱۲۱

مبانی و مفاهیم

طراحی لرزه‌ای خطوط لوله مدفون

پدرام لاییدیان

اشکان میر

کود ضیاء



سرشناسه : امیدیان، پدرام، ۱۳۷۲ -
 عنوان و نام پدیدآور : مبانی و مفاهیم طراحی لرزه‌ای خطوط لوله مدفون/ پدرام امیدیان، اشکان میر، داود ضیایی.
 مشخصات نشر : تهران: انتشارات علم و دانش، ۱۳۹۶.
 مشخصات ظاهری : ۸۸ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
 شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۷۱۳۶-۸۷-۴

وضعیت فهرست نویسی: فیا

موضوع : خطوط لوله زیرزمینی — اثر زلزله
 موضوع : Underground pipelines — Earthquake effects :
 موضوع : زلزله — مهندسی
 موضوع : Earthquake engineering :
 موضوع : زلزله — پیش‌بینی‌های ایمنی
 موضوع : Earthquakes — Safety measures :
 شناسه افزوده : میر، اشکان، ۱۳۷۲ -
 شناسه افزوده : ضیایی، داود، ۱۳۷۲ -
 رده بندی کنگره : ۶۲۱.۶۷۲ TA۶۶ ۱۳۹ ۶م۲/خ
 رده بندی دیویی : ۶۲۱.۶۷۲
 شماره کتابشناسی ملی : ۴۰۳۱۲



نام کتاب • مبانی و مفاهیم طراحی لرزه‌ای خطوط لوله مدفون
 نویسنده • پدرام امیدیان، اشکان میر، داود ضیایی
 ناشر • علم و دانش
 نوبت چاپ • اول، ۱۳۹۶
 صفحه آرای • رضا اشتیاقی
 طرح جلد • محمد تیموری
 چاپ/صحافی • توس/عطاء/فقفوری
 شمارگان • ۵۰۰ جلد
 قیمت • ۱۰۰۰۰ تومان
 شابک • ۹۷۸-۶۰۰-۷۱۳۶-۸۷-۴

نشانی: تهران، میدان انقلاب، خیابان انقلاب، بین اردیبهشت و ۱۲ فروردین، ساختمان ۳۱۰، طبقه زیرزمین

تلفن: ۶۶۴۱۵۴۵۹-۶۶۴۱۴۵۶۰

سایت: www.elmo-danesh.ir

ایمیل: teymori_۱۳۵۵@yahoo.com

پیشگفتار

خطوط لوله مدفون در جوامع امروزی برای حمل آب، گاز، سوخت های مایع و دیگر مواد به مناطق مسکونی شهری و انتقال فاضلاب به بیرون از آن بسیار حیاتی هستند. این نوع از سازه ها که سازه های خطی محسوب می شوند، دارای رفتار پیچیده ای در هنگام وقوع زلزله می باشند، بنابراین هنگامی که خطوط لوله در نواحی لرزه خیز اجرا شوند، می بایست ضوابط و الزامات مورد نیاز جهت تامین ایمنی و عملکرد آنها مورد توجه قرار گیرند. از طرفی با توسعه اقتصاد و شهرنشینی، آسیب دیدگی سیستم خطوط لوله به شدت زندگی را تحت تأثیر قرار داده و از این رو به نظر می رسد خطوط لوله نیازمند توجه بیشتری می باشند.

در مطالعات انجام شده اثرات زلزله بر روی خطوط لوله مدفون را به دو دسته اثر انتشار امواج (اثر دینامیکی) و اثر تغییر مکان پایدار زمین (اثر استاتیکی) دسته بندی نموده اند. خطر تغییر مکان پایدار زمین بوسیله کرنش ایجاد شده در لوله به علت لغزش، نشست زمین یا روانگرایی ناشی از گسترش جانبی مشخص می شود و خرابی های ناشی از آن معمولاً در ناحیه محدودی از شکست زمین و به شکل شدیدی اتفاق می افتند در حالی که خرابی های انتشار امواج بوسیله کرنش گذرای تولید شده در لوله به علت اثرات انتقال موج، مشخص می شود. خرابی های ناشی از آن در نواحی گسترده تر رخ می دهد که موجب آسیب در شبکه خطوط لوله مدفون می شود.

مهمترین پارامتر برای بررسی معیارهای خرابی و سطوح عملکرد خطوط لوله مدفون و تعیین سطح خرابی آن ها، ماکزیمم کرنش می باشد. آئین نامه های شریان های حیاتی نیز روش های طراحی لرزه ای و بهسازی خطوط لوله مدفون خود را بر مبنای ماکزیمم کرنش قرار داده اند.

روابط موجود برای تعیین ماکزیمم کرنش، بر اساس روش های تقریبی است که توسط افرادی همچون نیومارک ارائه شده اند و همچنین روابط آئین نامه ای که بر اساس تحلیل های استاتیکی و با فرض چشم پوشی لغزش بین لوله و خاک می باشند. از نگاهی دیگر روش های استاتیکی توانایی لحاظ نمودن اثر کرنش گذرا را در نتایج خود ندارد بنابراین ضروری به نظر می رسد که روش دقیق تری را برای تعیین ماکزیمم کرنش در نظر گرفته شود. از روش های پیشنهاد شده، برای

محاسبه دقیق ماکزیمم کرنش بوجود آمده در لوله مدفون، تحلیل‌های دینامیکی لوله و خاک اطراف آن می‌باشد.

از آنجائیکه تحلیل‌های دینامیکی غیر خطی لوله و خاک به علت در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک و سازه و وجود مرزهای جاذب انرژی به منظور جلوگیری از انعکاس امواج، زمان‌بر و پرهزینه می‌باشد ارائه روابطی ساده شده بر اساس این نوع تحلیل‌ها و با توجه به اهمیت خطوط لوله مدفون ضروری می‌باشد.

در دو دهه اخیر بررسی رابطه بین محتوی انرژی شتابنگاشت‌ها و میزان خرابی وارد بر لوله‌های مدفون بسیار مورد توجه محققین قرار گرفته است. از پارامترهای مهم که بیانگر محتوی انرژی شتابنگاشت می‌باشد، شدت طیفی هاوژنر و شدت آریاس می‌باشد. کشور ژاپن در این زمینه مطالعات قابل توجهی انجام داده است و بصورت کاربردی از پارامترهای مبنی بر محتوی انرژی در سیستم‌های شریان حیاتی خود به کار برده است. آن‌ها با توجه به بلایای طبیعی گذشته، قوانین و آئین‌نامه‌ها را تجدید نظر و اصلاح کرده‌اند. مخصوصاً، پس از زلزله‌ی سواحل کوشیرو (در هوکایدو) در ژانویه ۱۹۹۳ و زلزله بزرگ هانشین در ژانویه ۱۹۹۵، تدابیر مقابله با زلزله در ژاپن به صورت جدی اصلاح شده‌اند و با توجه به حساس بودن شبکه‌های گاز رسانی، بخصوص خطر اشتعال و آتش‌سوزی این شبکه‌ها ناشی از نشت در هنگام وقوع زلزله که امنیت کل شهر را تهدید می‌نماید، تدابیری در شبکه گاز رسانی (به طور مثال شرکت گاز اوزاکا) خود سنجیده‌اند. بدین صورت که شرکت گاز اوزاکا به منظور مقابله در برابر بحران‌ها، کل شبکه خطوط لوله را به مناطق قابل کنترل در بحران تقسیم کرده است. با این اقدام، در حالیکه توزیع گاز در مناطق آسیب‌پذیر و آسیب ندیده ادامه دارد، با قطع گاز در مناطق آسیب دیده، جلوی حوادث ثانویه گرفته می‌شود. این مناطق به بلوک‌های بزرگ، متوسط و کوچک طبقه بندی شده‌اند. این تقسیم بندی مرکز کنترل و ایمنی را با کمک ارتباط از راه دور (ارتباط رادیویی) در جهت قطع گاز ناحیه‌هایی که بشدت آسیب دیده‌اند یاری می‌کند. سنسورهایی که آن‌ها در شبکه گاز خود طراحی کردند بر اساس پارامتر جدیدی به نام SI می‌باشد که از روی شدت طیفی هاوژنر تعریف گردید که بنوعی صورت متوسط را برای پریودهای بین ۱/ تا ۲/۵ ثانیه بدست می‌دهد. در هنگام وقوع زلزله وقتی SI از مقدار حدوداً ۳۰ یا ۴۰ متر بر ثانیه تجاوز کند، برای جلوگیری از خطرات نشت گاز، گاز متوقف می‌شود.

۱-۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- مخاطرات ناشی از زمین لرزه بر خطوط لوله مدفون	۲
۱-۲-۱- انتشار امواج	۲
۲-۲-۱- تغییر مکان ماندگار زمین	۳
۳-۱- سابقه آسیب پذیری خطوط لوله در زمین لرزه‌های گذشته	۴
۴-۱- مودهای خرابی در خطوط لوله مدفون	۶
۱-۴-۱- خرابی به علت روانگرایی	۶
۲-۴-۱- خرابی به علت زمین لرزه	۷
۳-۴-۱- خرابی به علت جابجایی زمین	۸
۴-۴-۱- خرابی در اتصالات	۸
فصل دوم: مبانی و مفاهیم انتشار امواج و تحلیل لوله‌های مدفون	۱۱
۳-۲- تعیین خطرات انتشار امواج	۱۲
۴-۲- روش‌های آنالیز لرزه‌ای	۱۶
۱-۴-۲- روش‌های تقریبی	۱۶
۲-۴-۲- روش‌های دقیق	۱۸
۳-۴-۲- روش‌های آئین‌نامه‌ای	۱۹
۵-۲- روش‌های تحلیل خطوط لوله مدفون پیوسته و مستقیم در اثر انتشار امواج	۲۱
۱-۵-۲- روش نیومارک	۲۱
۲-۵-۲- روش ساکورای و تاکاهاشی	۲۲
۳-۵-۲- روش شینوزوکا و کویکه	۲۳
۴-۵-۲- روش ارورک و الهمدی	۲۴
۶-۲- مقایسه روش‌ها	۲۸
۷-۲- مدل‌های عددی	۲۹
۸-۲- خسارت ناشی از انتشار امواج	۳۴
۹-۲- رابطه بین آسیب خطوط لوله مدفون ناشی از انتشار امواج و پارامترهای حرکت قوی زمین	۳۶

فصل سوم: پارامترهای لرزه‌ای مرتبط با لوله‌های مدفون..... ۹

۱-۳- پارامترهای حرکتی زمین..... ۳

۱-۱-۳- شتاب بیشینه..... ۳

۲-۱-۳- سرعت بیشینه..... ۳

۳-۱-۳- جابجایی بیشینه..... ۳

۴-۱-۳- بریدو غالب..... ۳

۵-۱-۳- شدت طیفی هاوژنر..... ۳

۶-۱-۳- شدت آریاس..... ۳

۲-۳- ویژگی کوردهای خام زلزله..... ۳

فصل چهارم: مقایسه و مبانی اندرکنش لوله‌های مدفون..... ۵

۱-۴- مقدمه..... ۴

۲-۴- روش‌های تحلیل اندرکنش خاک و سازه..... ۴

۱-۲-۴- روش حل مستقیم..... ۴

۲-۲-۴- روش زیر سازه..... ۴

۳-۲-۴- روش حل مختلط..... ۴

۳-۴- مرز جاذب انرژی..... ۴

۱-۳-۴- مرز جاذب انرژی لزج لایزمر..... ۴

۲-۳-۴- انعکاس امواج فشاری و برشی از مرز لزج..... ۴

۳-۳-۴- میزان جذب انرژی در مرزها..... ۴

۴-۴- مدل‌های رفتاری خاک..... ۴

۱-۴-۴- معیار تسلیم..... ۴

۲-۴-۴- رفتار مصالح پس از تسلیم..... ۴

۳-۴-۴- معیار تسلیم موهر کولمب..... ۴

۵-۴- مکانیک و دینامیک تماس..... ۴

۱-۵-۴- روش پینالنتی..... ۴

۲-۵-۴- روش ضریب لاگرانژ..... ۴

پیوست: حل یک مثال با آیین نامه‌های معتبر و مقایسه آنها با یکدیگر..... ۵