پنجمین کنـگره ملی مهنـدسی عمـران
۱۴ تا ۱۶ اردیبهشت ۱۳۸۹، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد ، ایران

مدلسازی المان محدود انتشار کمانش دینامیکی در خطوط لوله دریائی تحت فشار خارجی

زهرا عمرانی [۱]، کریم عابدی [۲]، احمدرضا مصطفی قره باغی [۳]
۱- کارشناس ارشد سازه های دریائی
۲- استاد دانشکده عمران دانشگاه صنعتی سهند تبریز
۳- استادیار دانشکده عمران دانشگاه صنعتی سهند تبریز
z.omrani@gmail.com
k_abedi@sut.ac.ir
mgharabaghi@sut.ac.ir

خلاصه

در این مقاله، پدیده انتشار کمانش دینامیکی با نرم افزار المان محدود مدل‌سازی شده و سرعت انتشار کمانش به صورت تابعی از فشار آغاز انتشار بیان شده است. مدلی از جنس فولاد ضدزنگ SS-304، با نسبت قطر به ضخامت ۲۷.۹ ساخته شده است. در مدل‌سازی اینرسی لوله، غیر خطی ناشی از تماس بین جداره های لوله کمانش کرده در نظر گرفته شده و مصالح لوله به صورت ماده صلب الاستو پلاستیک می باشد. سرعت یکنواخت انتشار کمانش نیز در فشارهای مختلف توسط مدل به دست آمده و ارتباط بین فشار آغاز انتشار با سرعت نیز به صورت یک تابع ریاضی بیان شده است.

کلمات کلیدی: خطوط لوله دریائی، فشار هیدروستاتیک، انتشار دینامیکی کمانش، سرعت انتشار

۱. مقدمه

کمانش و خرابی ناشی از فشار خارجی مباحث تاثیرگذاری در طراحی خطوط لوله نصب شده در آب عمیق هستند. انتشار کمانش، از یک مقطع موضعی ضعیف شده لوله که می تواند ناشی از فرو رفتگی ایجاد شده توسط ضربه شی خارجی ، خمش بیش از حد در هنگام نصب یا کاهش ضخامت جداره در اثر پوشش یا خوردگی باشد، شروع شود. زمانی که کمانش شروع می شود با سرعت زیادی انتشار می یابد و پتانسیل خرابی کل لوله را دارد. کمترین فشاری که در آن کمانش انتشار می یابد، فشار انتشار نامیده می شود (P_P)، که یک فشار مشخصه لوله می باشد. فشار انتشار معمولا بین ۱۵ تا ۲۵ درصد فشار خرابی است(P_{CO})، بنابراین در بسیاری از پروژه ها، طراحی لوله بر اساس فشار انتشار غیر عملی است. راه حل دیگر این است که لوله را براساس فشار خرابی طراحی کنیم و کمانش‌گیرهائی در فواصل منظم در طول لوله نصب کنیم. در هنگام انتشار کمانش، کمانش‌گیرها آسیب را بین دو کمانش‌گیر در جهتی که کمانش شروع شده محدود می کنند (معمولا چندصد فوت).

در فشارهای بالاتر از فشار انتشار، کمانش به صورت دینامیکی منتشر می شود. سرعت‌های صدها فوت بر ثانیه در آزمایشات روی لوله آلومینیومی گزارش شده است (سرعت‌های اندازه گیری شده توسط Song (1993) و Tassoulas با مدل المان محدود تائید شده است)[۱]. حتی اخیرا سرعت‌های بالاتری در آزمایشاتی مشابه روی لوله های فولادی ضدزنگ گزارش شده است [۲].

تاکنون، اکثر کارهای مربوط به انتشار کمانش در خطوط لوله به مباحث شروع انتشار کمانش از کمانش‌های موضعی و فرورفتگی‌ها و پیش بینی فشار انتشار می شود. در مورد این مسائل به طور کامل در شرایط شبه اساتیکی بحث شده است در حالی که به دینامیک انتشارکمانش، توجه کمتری شده است. انتشار کمانش دینامیکی از چند جهت با انتشار کمانش شبه استاتیکی تفاوت دارد که حالت خرابی نهائی را تحت تاثیر قرار می دهد. برای مثال، بارهای اینرسی که در تغییر شکل لوله سهم دارند و پتانسیل ایجاد ترک را در جداره لوله با کرنش زیاد افزایش می دهند. تغییر شکل ایجاد شده در اثر کمانش شبه استاتیکی نیز با کمانش دینامیکی متفاوت است، در کمانش شبه استاتیکی جداره های لوله در راستای یک خط با هم تماس پیدا می کند در حالی که در کمانش دینامیکی جداره بالائی به صورت صفحه ای، با جداره پائینی تماس پیدا می کند. کمانش شبه استاتیکی در فشار انتشار منتشر می شود در حالی که کمانش دینامیکی در هر فشاری در محدوده بین فشار انتشار تا فشار خرابی قادر به انتشار است، بنابراین بازه وقوع بیشتری دارد و با سرعتی بسیار بیشتر از سرعت کمانش شبه استاتیکی منتشر می شود. در این تحقیق سعی شده است تمام مراحلی که برای مدل‌سازی انتشار کمانش دینامیکی طی شده، به طور کامل ارائه شود.