

اصول مهندسی در کالورت باکسی (طراحی، ساخت و اجرا) و
مدلسازی اجزاء محدود در نرم افزار ABAQUS ؛ مطالعه موردی

فهرست مطالب

فصل اول: معرفی کالورت و انواع آن..... ۱

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ کالورت لوله‌ای ۲

۱-۳ کالورت لوله‌ای - قوسی ۴

۱-۴ کالورت باکسی ۵

۱-۵ کالورت قوسی ۷

فصل دوم: ادبیات فنی در کالورت ۹

۲-۱ مقدمه ۹

۲-۲ اندرکنش خاک - کالورت (SCI) ۱۰

۲-۳ تغییر شکل در سازه محصور در خاک ۱۲

۲-۴ کالورت در آیین نامه ۱۳

۲-۴-۱ اندرکنش خاک - کالورت ۱۳

۲-۴-۲ مشخصات کالورت استاندارد ۱۵

۲-۴-۳ نیروی زلزله وارده بر کالورت در آیین نامه ۱۷

فصل سوم: رفتار کالورت‌های باکسی در زلزله‌های گذشته ۱۹

۳-۱ مقدمه ۱۹

۳-۲ روانگرایی و اثر آن بر کالورت ۲۱

۲۲	۳-۳ پخش شدگی جانبی در زلزله
۲۴	فصل چهارم: مدلسازی آزمایشگاهی سازه محصور در خاک
۲۴	۴-۱ مقدمه
۲۷	۴-۲ مصالح تیپ مورد استفاده در آزمایش
۲۷	۴-۲-۱ نوع خاک
۲۸	۴-۲-۲ کالورت باکسی مورد استفاده
۳۰	۴-۳ پیوست
۳۰	۴-۳-۱ ابزارآلات مورد استفاده
۳۱	۴-۳-۲ نحوه مونتاژ مدل در سانتیفریوژ
۳۲	۴-۳-۳ زلزله های منتخب در سانتیفریوژ
۳۴	۴-۳-۴ نحوه قرار گیری ابزارآلات به صورت شماتیک
۳۵	۴-۳-۵ سرهم کردن نهایی
۳۶	فصل پنجم: نتایج کالورت باکسی مدفون در خاک
۳۶	۵-۱ مقدمه
۳۶	۵-۲ نشست در مدل
۳۷	۵-۲-۱ خاک های ماسه ای با تراکم کم تمایل زیادی به نشست دارند
۳۸	۵-۲-۲ شتاب سنج در مدل
۳۹	۵-۳ رفتار دینامیکی خاک
۳۹	۵-۳-۱ محاسبه تنش - کرنش برشی در خاک
۴۲	۵-۳-۲ محاسبه مدول برشی خاک و میرایی

۳-۳-۵	محاسبه مدول برشی در ادبیات فنی	۴۳
۴-۳-۵	محاسبه سرعت برشی در خاک	۴۴
۵-۳-۵	اندرکنش سینماتیکی خاک - کالورت	۴۴
۶-۳-۵	تاثیر وزن مخصوص خاک	۴۵
۷-۳-۵	تاثیر ضخامت کالورت	۴۶
۸-۳-۵	Rocking of structure	۴۶
۴-۵	پارامترهای اندرکنش کالورت با خاک	۴۹
۱-۴-۵	لنگر خمشی استاتیکی	۴۹
۱-۱-۴-۵	اثر وجود فونداسیون	۵۰
۲-۱-۴-۵	اثرات وزن مخصوص خاک	۵۰
۳-۱-۴-۵	تاثیر ضخامت کالورت	۵۱
۴-۱-۴-۵	فشار استاتیکی خاک بر روی کالورت	۵۲
۲-۴-۵	ضریب اندرکنش خاک - کالورت	۵۳
	خلاصه فصل	۵۵
	فصل ششم: روش اجرایی نصب کالورت باکسی، مطالعه موردی	۵۶
	عنوان فعالیت:	۵۶
	نام پروژه و محل انجام:	Error! Bookmark not defined.
	زمینه های کاربرد فعالیت (در این پروژه و سایر پروژه ها):	۵۶
	انواع فعالیت (سایر اشکال و انواع این فعالیت):	۵۷
	راندمان اجرای فعالیت در هر روز (در شرایط نرمال و برای یک اکسپ):	۵۸

۵۸.....	راندمان اجرای فعالیت در هر ساعت (در شرایط نرمال و برای یک اکیپ):
۵۹.....	منابع موردنیاز جهت اجرای فعالیت
۵۹.....	مصارف موردنیاز جهت اجرای فعالیت:
۶۰.....	تخصص ها و مهارت های فردی لازم برای اجرای این فعالیت:
۶۱.....	محدودیت های اجرای این فعالیت :
۶۱.....	سازمان اجرایی (اکیپ اجرایی) فعالیت
۶۱.....	پیش نیاز ها و مقدمات اصلی اجرای این فعالیت
۶۲.....	ریسک های اجرای فعالیت
۶۳.....	شرح اجرای فعالیت
۶۳.....	مراحل اجرای فعالیت
۶۴.....	تمهیدات و تجهیزات ایمنی موردنیاز اجرای فعالیت
۶۴.....	توصیه های مهم در اجرای فعالیت
۶۴.....	نحوه کنترل کیفیت اجرای فعالیت
۶۵.....	فصل هفتم: مدلسازی اجزاء محدود کالورت باکسی؛ مطالعه موردی
۶۵.....	۱-۷ مقدمه
۶۵.....	۲-۷ معرفی
۶۶.....	۳-۷ بارگذاری
۶۷.....	۴-۷ مدلسازی کالورت باکسی
۶۷.....	۱-۴-۷ ابعاد کالورت

- ۶۸ ۲-۴-۷ بتن
- ۶۹ ۳-۴-۷ آرماتور
- ۷۱ ۵-۷ تحلیل کالورت باکسی
- ۷۲ ۶-۷ نتایج تحلیل کالورت باکسی
- ۷۲ ۱-۶-۷ تغییر مکان کالورت
- ۷۳ ۲-۶-۷ لنگر خمشی در کالورت
- ۷۴ ۷-۷ نتیجه‌گیری

فصل اول: معرفی کالورت و انواع آن

۱-۱ مقدمه

کالورت سازه‌ای است که همانند تونل برای عبور جریان آب و مشابه با یک پل برای عبور ترافیک طراحی و اجرا می‌شود. کالورت‌ها براساس موقعیت قرارگیری و روش اجرا در اشکال مختلف شامل دایره، بیضی، باکسی (تک سلولی - چندسلولی)، کالورت قوسی و ... ساخته می‌شوند. کالورت‌ها از مصالح بتن مسلح، لوله‌های فولادی ضد زنگ و سنگ ساخته می‌شوند. کالورت‌های پیش ساخته بتن مسلح ۱ با دارا بودن مزایای شامل افزایش کنترل کیفیت، استفاده از بتن با مقاومت فشاری بالا موجب کاهش هزینه و کاهش زمان اجرایی، مورد توجه جامعه مهندسی قرار گرفته است. کالورت براساس موقعیت قرارگیری و عوامل محیطی بایستی در برابر عواملی شامل رطوبت، دما، خوردگی بتن و آرماتور دارای دوام و ماندگاری قابل قبولی در طول عمر مفید سازه باشند. در ساخت این سازه‌ها برای مقابله با خوردگی آرماتور در قطعات بتنی پیش ساخته، آرماتور داخل المان را با پوششی از اجزای پلیمری ۲ شامل پلیمر کربن ۳، پلیمر شیشه ۴ و ... اجرا می‌گردد.

Precast RC box culverts^۱

Fiber_ reinforcement Polymers (FRP)^۲

Carbon fiber_reinf. Polymers (CFRP)^۳

Glass fiber_reinf. Polymers (GFRP)^۴



(ب)



(الف)

شکل (۱-۱) (الف)، آرماتور با پوشش پلیمر کربنی (CFRP)، (ب)، آرماتور با پوشش پلیمر شیشه (GFRP)

۲-۱ کالورت لوله‌ای^۵

کالورت لوله‌ای (شکل ۲-۱) یکی از پرکاربردترین کالورت‌ها به دلیل قیمت مناسب و روش اجرای آسان است. این کالورت‌ها در شکل‌های مختلفی از قبیل دایره، بیضی و قوسی تولید و اجرا می‌گردد. البته به طور کلی انتخاب کالورت بستگی به موقعیت سازه و اطراف آن داشته و مناسب‌ترین شکل مورد توجه قرار می‌گیرد.



شکل (۲-۱) کالورت لوله‌ای

این کالورت ها را می توان براساس نیاز در مقاومتهای مختلف با ضخامت و آرماتور مورد نیاز طراح ساخت و اجرا گردد. در شکل (۳-۱) مراحل ساخت این کالورت ها نشان داده شده است.



(ب)



(الف)



(ت)



(پ)

شکل (۳-۱) مراحل ساخت کالورت لوله ای

۳-۱ کالورت لوله‌ای - قوسی^۶

کالورت‌های قوسی (شکل (۴-۱)) برای رودخانه‌های دارای عرض زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر آن در مکان‌های که محدودیت ارتفاعی برای قرارگیری کالورتی که باید جریان با حجم بالا را از خود عبور دهد اهمیت بیشتری پیدا کرده و از اولویت‌های انتخابی طراح قرار می‌گیرد.



شکل (۴-۱) کالورت قوسی

از مزایای این کالورت می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مورد استفاده در مکان‌های دارای محدودیت ارتفاعی
- بهبود ظرفیت هیدرولیکی در جریان‌های زیربحرانی
- بهتر بودن شکل سازه از منظر معماری
- سبک و قابلیت اجرایی سریع

در شکل (۵-۱) کالورت‌های قوسی اجرا شده در پروژه‌های عمرانی نمایش داده شده است.

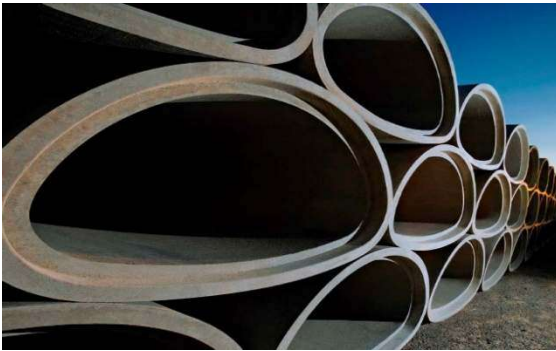
^۶ Pipe-Arch Culvert (single or Multiple)



(ب)



(الف)



(ت)



(پ)

شکل (۵-۱) کالورت‌های قوسی

۴-۱ کالورت باکسی^۷

کالورت باکسی مطابق شکل (۶-۱) به صورت بتنی و بتن مسلح ساخته می‌شوند. از الزامات روش اجرایی و نصب این کالورت، قرارگیری آن در سطحی خشک و غیر لجنی و رگلاژ شده است. کالورت باکسی یک المان سخت بتنی است که به صورت دال بتنی با ضخامت‌های استاندارد داشته و دارای شبکه آرماتور داخل دال بتنی با مقاومت‌های مختلف به صورت تک سلولی و چند سلولی ساخته می‌شوند.

^۷ Box Culvert