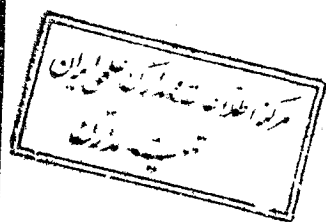


۱۲ / ۷ / ۱۳۷۸



دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده عمران

بررسی اثر اندازه‌المان در تحلیل غیرخطی دیوارهای برشی

بتن مسلح به روش اجزاء محدود

رضا صالح جلالی

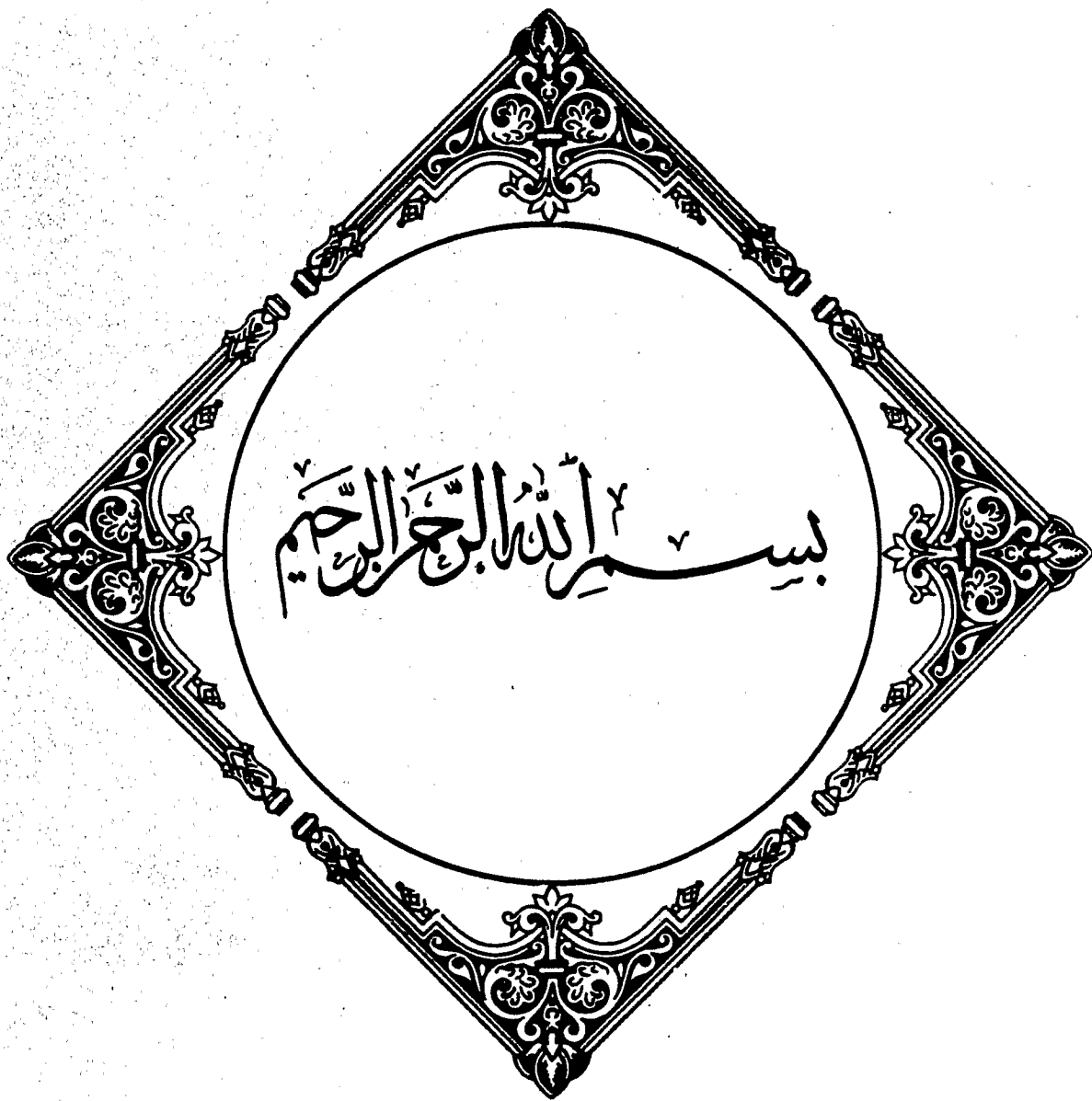
۱۴۲۰۹

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران

استاد راهنما: دکتر محسنعلی شایانفر

بهمن ۱۳۷۷



تقدیم به:

پدر و مادر بزرگوارم

چکیده

در این پایان نامه اثر اندازه المان در تحلیل المان محدود غیر خطی دیوارهای بتنی مسلح، تحت بارهای تدریجی افزایشی، مورد مطالعه قرار گرفته است. اثر اندازه المان بر روی جنبه های مختلف رفتاری دیوارهای برشی بتنی مسلح از جمله نمودار بار - جابجایی، بار - کرنش، الگوی ترک و ظرفیت باربری مورد بررسی واقع شده و نتایج تحلیلی بدست آمده با نتایج تجربی موجود مقایسه گردیده است.

در این مطالعه از یک رابطه مشخصه هیپوالاستیسیته جدید همراه با دوران محورهای مصالح استفاده گردیده است. در مدل سازی نمونه ها نیز از دو مدل ترک چرخشی و ثابت در کنار مدل ترک خوردگی گسترده و همچنین از یک رابطه تنش - کرنش تک محوری جدید برای بتن استفاده شده است. جهت حذف پدیده حساسیت المان، از یک رابطه ساده در فرمولبندی المان محدود غیرخطی استفاده شده و نتایج تحلیلی حاصل از مدل های بکار گرفته شده با نتایج حاصل از مدل های تحلیلی دیگر و نتایج آزمایشگاهی مقایسه گردیده است و مشاهده شده که مدل های بکار گرفته شده دارای نتایج بهتری نسبت به مدل های تحلیلی دیگر بوده و تطابق خوبی با نتایج آزمایشگاهی دارد. بخصوص اینکه مدل های بکار رفته را می توان جهت تحلیل غیرخطی سازه ها با مش بندی درشت و با دقت قابل قبول استفاده نمود و زمان آنالیز را بطور قابل توجهی کاهش داد.

تقدیر و تشکر:

ضمن سپاس بیکران خداوند، بر خود لازم می‌دانم، از استاد محترم جناب آقای دکتر محسنعلی شایانفر که با ارائه راهنمایی‌های مدیرانه و دلسوزانه خود، نظارت و سرپرستی این پروژه را به عهده داشته‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم. همچنین از اعضای هیات داورى بخاطر حضور در جلسه دفاعیه و فراهم نمودن امکان ارائه پربار آن، صمیمانه تشکر نموده و سپاس خود را به حضورشان تقدیم می‌دارم.

بهمن ماه ۱۳۷۷

فهرست عناوین

صفحه

عنوان

● فصل اول: مقدمه

- ۱-۱- کلیات ۱
- ۲-۱- اهداف پایاننامه ۲
- ۳-۱- فهرست بندی پایاننامه ۳

● فصل دوم: خواص مصالح

- ۱-۲- رفتار بتن ۵
- ۱-۱-۲- رفتار تک محوری بتن ۵
- ۲-۱-۲- رفتار دو محوری بتن ۶
- ۳-۱-۲- رفتار سه محوری بتن ۶
- ۲-۲- بررسی مدل های مشخصه بتن ۷
- ۱-۲-۲- مدل های مبتنی بر الاستیسیته ۷
- ۱-۱-۲-۲- قانون کلی هوک ۷
- ۲-۱-۲-۲- مدل های الاستیک خطی ۱۰
- ۳-۱-۲-۲- مدل های الاستیک غیرخطی ۱۰
- ۱-۳-۱-۲-۲- مدل های هیپو الاستیک ۱۱

فهرست عناوین

عنوان	صفحه
۲-۳- مدل مشخصه بتن ترک نخورده (در حالت دو بعدی).....	۱۴
۲-۳-۱- کرنش های تک محوری معادل	
۲-۳-۲- دوران محورهای اصلی (محورهای مصالح)	
۲-۴- مدل مشخصه بتن ترک خورده (در حالت دو بعدی)	
۲-۴-۱- مدل ترک خوردگی مجزا	
۲-۴-۲- مدل ترک خوردگی گسترده (پخش شده)	
۲-۴-۲-۱- مدل های ترک ثابت.....	۱۹
۲-۴-۲-۲- مدل های ترک چرخشی.....	۱۹
۲-۴-۲-۳- مدل های ترک غیر متعامد چندگانه.....	۱۹
۲-۵- منحنی تنش-کرنش فشاری بتن.....	۱۹
۲-۶- منحنی تنش-کرنش کششی بتن.....	۲۱
۲-۷- مقاومت کششی بتن.....	۲۲
۲-۸- معیار شکست بتن (تحت تنش دو محوری).....	۲۳
۲-۹- روابط مشخصه آرماتور.....	۲۳

فهرست عناوین

صفحه

عنوان

● فصل سوم: فرمولبندی المان محدود غیرخطی

- ۳-۱- کلیات ۳۵
- ۳-۲- فرمولبندی جابجایی در المان محدود ۳۶
- ۳-۳- انواع المان ۳۹
- ۳-۴- تکنیک جداسازی لایه‌ای (Layered discretization technique) ۴۳
- ۳-۵- الگوریتم‌های عددی جهت آنالیز غیرخطی ۴۵
- ۳-۵-۱- روش حل ۴۵
- ۳-۵-۲- نیروهای نامتعادل (Unbalanced forces) ۴۶
- ۳-۵-۳- معیار همگرایی ۴۷
- ۳-۵-۴- معیار واگرایی ۴۸

● فصل چهارم: بررسی پدیده اثر اندازه المان و روش‌های تحلیلی برای حل آن

- ۴-۱- کلیات ۵۵
- ۴-۲- نمایش عددی پدیده اثر اندازه المان ۵۶
- ۴-۲-۱- دیوار SW-1 ۵۷
- ۴-۲-۲- دیوار SW-2 ۵۸

فهرست عناوین

عنوان	صفحه
۳-۴- حذف پدیده اثر اندازه المان	۵۸
۱-۳-۴- مدل ترک نواری	۵۸
۲-۳-۴- مدل پیشنهادی	۵۸
● فصل پنجم: آنالیز نمونه‌های تجربی	
۱-۵- کلیات	۶۴
۲-۵- نتایج تحلیلی نمونه SW-1	۶۴
۳-۵- نتایج تحلیلی نمونه SW-2	۶۵
۴-۵- نتایج تحلیلی نمونه‌های SW	۶۷
۱-۴-۵- نتایج تحلیلی نمونه SW21	۶۷
۲-۴-۵- نتایج تحلیلی نمونه SW22	۶۸
۳-۴-۵- نتایج تحلیلی نمونه SW25	۶۹
۴-۴-۵- نتایج تحلیلی نمونه SW26	۶۹
۵-۵- نتایج تحلیلی نمونه HSU	۷۰
۶-۵- نتایج تحلیلی نمونه‌های UCB	۷۱
۱-۶-۵- نتایج تحلیلی نمونه UCB3	۷۱

فهرست عناوین

صفحه	عنوان
۷۲	۵-۶-۲- نتایج تحلیلی نمونه UCB5.....
	● فصل ششم: نتایج
۱۰۳	۶-۱- نتیجه گیری.....
۱۰۴	۶-۲- تحقیقات آتی.....
۱۰۵	● پیوست.....
۱۲۲	● مراجع.....

فهرست اشکال

صفحه	عنوان	شکل
فصل دوم:		
	(۱-۲) جزئیات بتن و بزرگنمایی قسمتی از آن: (A) بتن (B) ملات بتن (C) بزرگنمایی بیشتر	
۲۸	ملات (chen & cohen, 1992).....	
۲۹	(۲-۲) منحنی تنش - کرنش تک محوری بتن ساده.....	
۲۹	(۳-۲) پوش خرابی دو محوری بتن (Ghoneim, 1978).....	
	(۴-۲) تعاریفی از: (a) مؤلفه‌های تنش/کرنش مثبت در صفحه i-j (b) نسبت پواسون در صفحه i-j	
۳۰	(C) کرنش برشی در صفحه i-j.....	
۳۱	(۵-۲) نمایشی از کرنش‌های حقیقی و کرنش‌های تک محوری معادل.....	
۳۱	(۶-۲) نمایشی از سیستم‌های مختصات مختلف در نقطه‌ای از المان.....	
۳۲	(۷-۲) جداسازی گرهی توسط دو یا چهارگره منطبق بر هم: (a) ترک یک جهته (b) ترک دو جهته.....	
۳۲	(۸-۲) چگونگی مدل سازی یک ترک.....	
۳۲	(۹-۲) نرم شوندگی خطی بتن تحت کشش.....	
۳۳	(۱۰-۲) منحنی تنش - کرنش تک محوری معادل بتن در جهت i.....	
۳۴	(۱۱-۲) چگونگی مدل کردن آرماتورها به روش اجزاء محدود.....	
۳۴	(۱۲-۲) منحنی‌های تنش - کرنش ایده‌آل برای آرماتور.....	

فهرست اشکال

صفحه	عنوان	شکل
فصل سوم:		
۴۹	انواع المانهای بکار رفته در برنامه HODA و درجات آزادی مربوط به آنها	(۱-۳)
۵۰	یک نمونه از المان میله‌ای (Ghoneim, 1978)	(۲-۳)
۵۱	المان لایه لایه شده (Ghoneim, 1978)	(۳-۳)
۵۲	شاخص‌های (KC) برای بارهای یکنواخت افزایشی	(۴-۳)
۵۲	سیستم مختصات کلی	(۵-۳)
۵۳	سیستم مختصات محلی	(۶-۳)
۵۴	سیستم‌های مختصات جدید و قدیم	(۷-۳)
۵۴	نمایشی از روش پله‌ای - تکراری همراه با سختی مماسی	(۸-۳)
فصل چهارم:		
۶۲	منحنی تنش - کرنش کششی بتن	(۱-۴)
۶۲	اثر اندازه المان بر روی نرم شوندگی کرنشی کششی بتن	(۲-۴)
۶۳	چگونگی تغییرات کرنش کششی نهایی بتن، ϵ_{tu} ، بر حسب بعد المان، h	(۳-۴)
فصل پنجم:		
۷۵	جزئیات آرماتورگذاری، هندسه، بارگذاری و المان بندی نمونه SW-1	(۱-۵)
۷۷	نتایج تحلیلی نمونه SW-1 تحت مدل‌های مختلف	(۲-۵)

فهرست اشکال

صفحه	عنوان	شکل
۸۱	جزئیات آرماتورگذاری، هندسه، بارگذاری و المان بندی نمونه SW-2	(۳-۵)
۸۳	نتایج تحلیلی نمونه SW-2 تحت مدل های مختلف	(۴-۵)
۸۵	جزئیات آرماتورگذاری، هندسه، بارگذاری و المان بندی نمونه SW21	(۵-۵)
۸۶	نتایج تحلیلی نمونه SW21 با استفاده از مدل های مختلف	(۶-۵)
۸۷	جزئیات آرماتورگذاری، هندسه، بارگذاری و المان بندی نمونه SW22	(۷-۵)
۸۸	نتایج تحلیلی نمونه SW22 با استفاده از مدل های مختلف	(۸-۵)
۹۰	جزئیات آرماتورگذاری، هندسه، بارگذاری و المان بندی نمونه SW25	(۹-۵)
۹۱	نتایج تحلیلی نمونه SW25 تحت مدل های مختلف	(۱۰-۵)
۹۲	جزئیات آرماتورگذاری، هندسه، بارگذاری و المان بندی نمونه SW26	(۱۱-۵)
۹۳	نتایج تحلیلی نمونه SW26 تحت مدل های مختلف	(۱۲-۵)
۹۴	الگوهای ترک خوردگی نمونه SW26 تحت بار $P_{II} = 50 \text{ KN}$ و حاصل از مدل های مختلف	(۱۳-۵)
۹۵	الگوهای ترک خوردگی نمونه SW26 تحت بار $P_{II} = 80 \text{ KN}$ و حاصل از مدل های مختلف	(۱۴-۵)
۹۶	الگوهای ترک خوردگی نمونه SW26 تحت بار خرابی و حاصل از مدل های مختلف	(۱۵-۵)
۹۷	جزئیات آرماتورگذاری، هندسه، بارگذاری و المان بندی نمونه HSU	(۱۶-۵)
۹۸	نتایج تحلیلی نمونه HSU تحت مدل های مختلف	(۱۷-۵)
۹۹	جزئیات آرماتورگذاری، هندسه، بارگذاری و المان بندی نمونه UCB3	(۱۸-۵)

فهرست اشکال

صفحه	عنوان	شکل
۱۰۰	نتایج تحلیلی دیوار UCB3 تحت مدل‌های مختلف	(۱۹-۵)
۱۰۱	جزئیات آرماتورگذاری، هندسه، بارگذاری و المان‌بندی نمونه UCB5	(۲۰-۵)
۱۰۲	نتایج تحلیلی دیوار UCB5 تحت مدل‌های مختلف	(۲۱-۵)

فهرست جداول

صفحه	عنوان	جدول
		فصل دوم:
۲۶	(۱-۲) مدل‌های ترک خوردگی بتن (Bello, 1992)	
		فصل پنجم:
۷۳	(۱-۵) خواص مصالح نمونه‌های آزمایشگاهی	