

۱۳۸۸-۱۳۸۹
۹۵,۲,۲۶

تحلیل غیر خطی با هیدروکد

LS-DYNA

نویسندگان

امیر ستیاری

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک

سید محمد امین حسینی پور

دانشجوی دکترای مهندسی عمران

مجتبی خاتون آبادی

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک

سرشناسه: بختیاری، امیر، ۱۳۶۴-

عنوان و نام پدیدآور: تحلیل غیرخطی با هیدروکد LS-DYNA/نویسندگان امیر بختیاری، سیدمحمد

امین حسینی‌پور و مجتبی خاتون‌آبادی.

مشخصات نشر: تهران، حریم دانش، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری: ۲۷۱ ص.: مصور، جدول

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۲۹۷-۰۳-۱

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: نرم افزار ال.اس.داینا - روش المانهای محدود - دینامیک غیرخطی - نرم افزار

شناسه افزوده: حسینی‌پور، سیدمحمدامین، ۱۳۶۴-

شناسه افزوده: خاتون‌آبادی، مجتبی، ۱۳۶۱-

رده بندی کنگره: ۹۵-۳۰۹/ر۹/۳۴۷-TA

رده بندی دیویی: ۶۲۰/۰۱۵-۹۳۵

شماره کتابشناسی ملی: ۱۰۳۲

عنوان کتاب: تحلیل غیرخطی با هیدروکد LS-DYNA

مؤلفان: امیر بختیاری، سیدمحمدامین حسینی‌پور و مجتبی خاتون‌آبادی

ناشر: حریم دانش

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۵

قیمت: ۲۰۰,۰۰۰ ریال

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۲۹۷-۰۳-۱

کلیه حقوق چاپ و نشر برای انتشارات حریم دانش محفوظ می‌باشد.

مرکز بخش: میدان انقلاب، ضلع جنوب شرقی میدان انقلاب، پلاک ۱۱ جدید، کتاب‌فروشی گل‌ریزان.

تلفن: ۰۹۱۲۳۴۶۰۸۵۹ - ۶۶۹۷۶۲۳۰

جهت خرید این کتاب می‌توانید به سایت انتشارات (HarimeDanesh.ir) نیز مراجعه نمایید.

فهرست مطالب

پیشگفتار..... ۱۳

فصل ۱: مقدمه ای بر اجزاء محدود..... ۱۷

۱-۱- مقدمه..... ۱۸

۱-۲- مبنای روش های عددی در هیدروکد Ls-dyna..... ۱۸

۱-۳- آشنایی با فرآیند شبیه سازی در هیدروکد Ls-dyna..... ۱۹

۱-۴- بررسی انواع مدل سازها در نرم افزار Ls-dyna..... ۲۱

۱-۴-۱- مدل ساز Ls-Prepost..... ۲۱

۱-۴-۲- مدل ساز Ansys Workbench..... ۲۳

۱-۴-۳- مدل ساز HYPERMESH..... ۲۲

فصل ۲: تحلیل عددی به کمک Ls-dyna R4 971 با روش لاگرانژی.. ۴۵

۲-۱- مقدمه..... ۴۶

۲-۲- مثال ۱: شبیه سازی برخورد دوبعدی متقارن محوری..... ۴۷

۲-۲-۱- مقدمه..... ۴۷

۲-۲-۲- مدل سازی..... ۴۷

۲-۲-۳- تعریف مدل مادی و معادله حالت..... ۵۱

۲-۲-۴- تعریف Set..... ۵۶

۲-۲-۵- تعریف تماس (Contact)..... ۵۸

۲-۲-۶- تعریف Dbase..... ۵۹

۲-۲-۷- تعریف المان (Section)..... ۶۰

۲-۲-۸- شرایط مرزی..... ۶۱

۲-۲-۹- پارامترهای کنترلی..... ۶۳

۲-۲-۱۰- نسبت دادن..... ۶۴

۲-۲-۱۱- ذخیره سازی..... ۶۵

۲-۲-۱۲- تحلیل..... ۶۶

۲-۲-۱۳- خروجی..... ۶۸

۲-۳- مثال ۲: شبیه سازی نفوذ سه بعدی به صورت مایل و قائم..... ۷۲

۷۲	۱-۳-۲- مقدمه
۷۳	۲-۳-۲- مدل سازی
۷۸	۳-۳-۲- تعریف مدل مادی و معادله حالت
۷۸	۴-۳-۲- تعریف تماس
۸۰	۵-۳-۲- تعریف المان
۸۱	۶-۳-۲- تعریف Dbase
۸۱	۷-۳-۲- شرایط مرزی
۸۳	۸-۳-۲- پارامترهای کنترلی
۸۴	۹-۳-۲- نسبت دادن
۸۴	۱۰-۳-۲- ذخیره سازی
۸۴	۱۱-۳-۲- تحلیل
۸۴	۱۲-۳-۲- خروجی
۸۹	۱-۴-۲- شبیه سازی انفجار دو بعدی متقارن محوری
۸۹	۱-۴-۲- مقدمه
۸۹	۲-۴-۲- مدل سازی
۹۱	۳-۴-۲- تعریف مدل ماده و معادله حالت
۹۵	۴-۴-۲- تعریف Set
۹۵	۵-۴-۲- تعریف تماس
۹۵	۶-۴-۲- تعریف Dbase
۹۵	۷-۴-۲- تعریف المان
۹۵	۸-۴-۲- شرایط مرزی
۹۶	۹-۴-۲- پارامترهای کنترلی
۹۶	۱۰-۴-۲- نسبت دادن
۹۷	۱۱-۴-۲- ذخیره سازی
۹۷	۱۲-۴-۲- تحلیل
۹۷	۱۳-۴-۲- خروجی
۹۹	۵-۲- مثال ۴: شبیه سازی فرایند شکست ورق تحت کشش
۹۹	۱-۵-۲- مقدمه
۹۹	۲-۵-۲- مدل سازی

۱۰۳	۲-۵-۳- تعریف مدل مادی
۱۰۴	۲-۵-۴- تعریف Set
۱۰۵	۲-۵-۵- تعریف Dbase
۱۰۵	۲-۵-۶- تعریف المان
۱۰۶	۲-۵-۷- تعریف Define
۱۰۷	۲-۵-۸- شرایط مرزی
۱۰۹	۲-۵-۹- پارامترهای کنترلی
۱۰۹	۲-۵-۱۰- نسبت دادن
۱۱۰	۲-۵-۱۱- ذخیره سازی
۱۱۰	۲-۵-۱۲- تحلیل
۱۱۰	۲-۵-۱۳- خروجی
۱۱۳	۲-۱- مثال: شیشه سازی کیسه هوا
۱۱۳	۲-۱-۱- مقدمه
۱۱۳	۲-۶-۲- مدل سازی
۱۱۴	۲-۶-۳- تعریف مدل سازی
۱۱۵	۲-۶-۴- تعریف المان Section
۱۱۶	۲-۶-۵- تعریف فشار
۱۱۷	۲-۶-۶- تعریف Set
۱۱۸	۲-۶-۷- تعریف کیسه هوا
۱۱۹	۲-۶-۸- تعریف Dbase
۱۲۰	۲-۶-۹- تعریف پارامتر کنترلی
۱۲۰	۲-۶-۱۰- ذخیره سازی
۱۲۰	۲-۶-۱۱- تحلیل
۱۲۰	۲-۶-۱۲- خروجی

فصل ۳: تحلیل عددی به کمک Ls-dyna R4 971 و با روش ALE... ۱۲۳

۱۲۴	۳-۱- مقدمه
-----	------------

۳-۲- مثال ۱: شیشه سازی نفوذ دو بعدی متقارن محوری به کمک روش ALE

۱۲۵	
-----	--

۱۲۵	۱-۲-۳ - مقدمه
۱۲۶	۲-۲-۳ - مدل سازی
۱۳۳	۳-۲-۳ - تعریف مدل مادی و معادله حالت
۱۳۶	۴-۲-۳ - تعریف المان
۱۳۷	۵-۲-۳ - تعریف Dbase
۱۳۸	۶-۲-۳ - تعریف ALE
۱۴۰	۷-۲-۳ - تعریف شرایط مرزی
۱۴۱	۸-۲-۳ - تعریف پارامترهای کنترلی
۱۴۴	۹-۲-۳ - نسبت دادن
۱۴۴	۱۰-۲-۳ - ذخیره سازی
۱۴۵	۱۱-۲-۳ - تحلیل
۱۴۵	۱۲-۲-۳ - خروجی
۱۴۷	۳-۳-۳ - مثال ۱: شبیه سازی نفوذ خرج گود در هدف فولاد زره RHA
۱۴۷	۱-۳-۳ - مقدمه
۱۴۸	۲-۳-۳ - مدل سازی
۱۶۱	۳-۳-۳ - تعریف مدل مادی و معادله حالت
۱۶۸	۴-۳-۳ - تعریف المان Section
۱۷۰	۵-۳-۳ - تعریف ALE
۱۷۲	۶-۳-۳ - تعریف شرایط مرزی
۱۷۳	۷-۳-۳ - تعریف پارامترهای کنترلی
۱۷۷	۸-۳-۳ - تعریف Dbase
۱۷۸	۹-۳-۳ - تعریف نسبت دادن
۱۷۹	۱۰-۳-۳ - ذخیره سازی
۱۷۹	۱۱-۳-۳ - تحلیل
۱۸۰	۱۲-۳-۳ - خروجی
۱۸۱	۴-۳-۳ - مثال ۳: شبیه سازی انفجار در زیر آب و تشکیل حباب
۱۸۱	۱-۴-۳ - مقدمه
۱۸۱	۲-۴-۳ - مدل سازی
۱۸۴	۳-۴-۳ - تعریف مدل مادی و معادله حالت

۱۹۰	تعریف ALE* ۴-۴-۳
۱۹۱	تعریف المان Section* ۵-۴-۳
۱۹۱	تعریف Dbase ۶-۴-۳
۱۹۲	تعریف پارامترهای کنترلی ۷-۴-۳
۱۹۲	تعریف Set ۸-۴-۳
۱۹۴	تعریف شرایط مرزی ۹-۴-۳
۱۹۸	نسبت دادن ۱۰-۴-۳
۱۹۸	ذخیره سازی ۱۱-۴-۳
۱۹۸	تحلیل ۱۲-۴-۳
۱۹۸	خروجی ۱۳-۴-۳

فصل ۴: تحلیل عددی به کمک *Ls-dyna R4 971* و با روش بدون مش

۲۰۱	بندی SPH
۲۰۲	۱-۴-۱ مقدمه
	۲-۴-۱ مثال ۱: شبیه سازی برخورد (ضربه) به کمک روش بدون مش بندی SPH
۲۰۳	
۲۰۳	۱-۲-۴ مقدمه
۲۰۳	۲-۲-۴ مدل سازی
۲۰۵	۳-۲-۴ تعریف مدل مادی و معادلات حالت
۲۰۹	۴-۲-۴ تعریف شرایط مرزی
۲۱۰	۵-۲-۴ تعریف المان
۲۱۱	۶-۲-۴ تعریف پارامترهای کنترلی
۲۱۴	۷-۲-۴ تعریف Dbase
۲۱۴	۸-۲-۴ نسبت دادن
۲۱۴	۹-۲-۴ ذخیره سازی
۲۱۵	۱۰-۲-۴ تحلیل
۲۱۵	۱۱-۱-۴ خروجی
	۳-۴-۲ مثال ۲: شبیه سازی پدیده انفجار به کمک روش بدون مش بندی
۲۱۸	هیدرودینامیک ذرات هموار SPH

۲۱۸	۴-۳-۱- مقدمه
۲۱۸	۴-۳-۲- مدل سازی
۲۱۹	۴-۳-۳- تعریف مدل مادی و معادله حالت
۲۲۱	۴-۳-۴- تعریف المان Section
۲۲۲	۴-۳-۵- تعریف Dbase
۲۲۲	۴-۳-۶- تعریف پارامترهای کنترلی
۲۲۳	۴-۳-۷- تعریف شرایط مرزی
۲۲۴	۴-۳-۸- نسبت دادن
۲۲۴	۴-۳-۹- ذخیره سازی
۲۲۴	۴-۳-۱۰- تحلیل
۲۲۴	۲-۱- خروجی

پیوست ۲۲۷

۲۲۸	مثال های فصل ۱
۲۲۸	مثال: ۱
۲۳۲	مثال: ۲
۲۴۳	مثال: ۳
۲۴۷	مثال: ۴
۲۵۱	مثال: ۵
۲۵۳	مثال های فصل ۳
۲۵۳	مثال: ۱
۲۵۶	مثال: ۲
۲۶۰	مثال: ۳
۲۶۴	مثال های فصل ۴
۲۶۴	مثال: ۱
۲۶۷	مثال: ۲

سایت های مرتبط با نرم افزار Is-dyna ۲۶۹

مراجع ۲۷۱

سپاس و ستایش خدای بزرگ را که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید.

روش اجزاء محدود یا روش المان محدود (به انگلیسی: Finite Element Method) که به اختصار (FEM) نامیده می‌شود، روشی است عددی برای حل تقریبی معادلات دیفرانسیل جزئی و نیز حل معادله‌های انتگرالی. (کاربرد عملی اجزای محدود معمولاً با نام تحلیل اجزای محدود (FEA) خوانده می‌شود) اساس کار این روش حذف کامل معادلات دیفرانسیل یا ساده‌سازی آنها به معادلات دیفرانسیل معمولی، که با روشهای عددی مانند اویلر حل می‌شوند می‌باشد.

در حل معادلات دیفرانسیل جزئی مسئله مهم این است که به معادله ساده‌ای که از نظر عددی پایدار است - به این معنا که خطای در داده‌های اولیه و در حین حل به حدی نباشد که به نتایج نامفهوم منتهی شود - برسیم. مشکلات با مزایا و معایب مختلف برای این امر وجود دارد، که روش اجزاء محدود یکی از بهترین آنهاست. این روش در حل معادلات دیفرانسیل جزئی روی دامنه‌های پیچیده (مانند وسایل نقلیه و لوله‌های انتقال نفت)، یا هنگامی که دامنه متغیر است، یا وقتی که دقت بالا در محل‌های خاص دامنه الزامی نیست و یا اگر نتایج همبستگی و یکنواختی کافی را ندارند، بسیار مفید می‌باشد. به عنوان مثال در شبیه‌سازی یک تصادف در قسمت جلوی خودرو، نیازی به دقت بالای نتایج در عقب خودرو نیست. همچنین در شبیه‌سازی و پیش‌بینی هوا روی کره زمین، هوای روی خشکی اهمیت بیشتری نسبت به هوای روی دریا دارد.



تقسیم ناحیه به نواحی کوچکتر دارای مزایای زیادی است از جمله: نمایش دقیق هندسه پیچیده، گنجایش ویژگی های متفاوت جسم، درک ویژگی های موضعی جسم.

پیدایش روش اجزاء محدود به حل مسائل پیچیده الاستیسیته و تحلیل سازه ها در مهندسی عمران و هوا فضا برمیگردد. این روش حاصل کار الکساندر هرنیکوف (۱۹۴۱) و ریچارد کورانت (۱۹۴۲) می باشد. با این که روش کار این دو دانشمند کاملاً متفاوت بود، اما یک ویژگی مشترک داشت: تقسیم یک دامنه پیوسته (ماده) به یک سری زیر دامنه (قطعات کوچکتر ماده) به نام المان (اجزاء).

یکی از حلگر های بسیار قدرتمندی که در حال حاضر برای شبیه سازی پدیده های دینامیکی پیچیده مورد استفاده قرار می گیرد، حلگر LS-DYNA است.

این حلگر علاوه بر تحلیل های دینامیکی قادر به حل مسائل گوناگون در حوزه های مختلف فیزیکی از جمله مکانیک جامدات (تحلیل و شبیه سازی تصادف، ضربه، انفجار و...)، انتقال حرارت، دینامیک سیال و همچنین به صورت مستقل یا کوپل شده با دیگر پدیده های فیزیکی قادر به حل مسائل تنش حرارتی و برهم کنشی سیالات می باشد. این نرم افزار محصول شرکت Livermore Software Technology Corporation / LSTC می باشد. این نرم افزار در صنایع مختلفی مانند اتومبیل سازی، هوا فضا، ساختمان سازی، صنایع دفاعی، نظامی، ساخت و تولید، مهندسی پزشکی و... استفاده می شود.

امروزه روشهای عددی در کنار روشهای تحلیلی و تجربی از یک زیادی به حل مسائل و شناخت پدیده های فیزیکی می نمایند. پدیده هایی که در طی فرایندهای دینامیکی با سرعت بالا اتفاق می افتد معمولاً در تستهای تجربی به سختی قابل مشاهده و ثبت هستند. در حالی که در یک تحلیل عددی معمولاً کل فرایند را می توان شبیه سازی نمود. هیدروکدها، ابزارهای محاسباتی از علم مکانیک محیطهای پیوسته می باشند که برای شبیه سازی پاسخ مواد جامد و سیال در برابر بارهای



دینامیکی (ضربه و انفجار) بکار می روند.

یکی از هیدروکدهای معروف، نرم افزار LS-Dyna میباشد که قابلیت‌های بسیار بالایی در حل مسائل دینامیکی غیر خطی دارد.

توان بالای این کد در تحلیل مسائل دتونیشن (Detonation)، انتشار امواج شوک، شکل دهی فلزات با تغییر شکلهای زیاد، برخورد اجسام، نفوذ پرتابه در هدف و... با داشتن تقریباً ۲۰۰ نوع مدل ماده و ۱۳ نوع معادله حالت و انواع روشهای تماس سطوح (contact)، این کد را به یکی از قویترین نرم افزارهای مهندسی تبدیل کرده است که می تواند در بسیاری از مسائل انفجار و ضربه مورد استفاده قرار گیرد. قابل ذکر است سیرغم این قابلیت‌ها، این نرم افزار همچون سایر نرم افزارهای مهندسی به تنهایی نمی تواند شناخت دقیقی از پدیده های فیزیکی بدهد.

انتخاب نوع مدل ماده، معادله حالت مناسب، داشتن اطلاعات مربوط به خواص مواد و پارامترهای مورد نیاز در مدل ماده و معادله حالت، شرایط اولیه و مرزی، تعریف مناسب سطوح تماس و... ایجاب میکند که این روشهای عددی در کنار نتایج تجربی مورد استفاده قرار گیرد. نوع روش حل نیز تاثیر بسزایی در نتایج حاصله دارد.

روش لاگرانژی، اویلری، کوپل سازه و سیال (FSI)، روش های بدون مش بندی SPH و EFG را می توان بکار برد که هر کدام دارای مزایا و معایبی هستند. برای انتخاب روش حل مناسب بایستی با توجه به نوع مساله روش مناسب را انتخاب نمود. تحلیل‌های عددی کمک مهمی در انجام تستهای مفید کرده و نتایج آن‌ها را می توان به روش های صحیح تری برای شبیه سازی عددی میدهد و با جلو رفتن هر دو روش در کنار هم میتوان به شناخت خوبی از پدیده رسید.

کتاب حاضر ضمن معرفی میانی روش های مورد استفاده در نرم افزار LS-DYNA برای هر یک از روش های نام برده، مثال های صنعتی و نظامی که اکثراً در حوزه ضربه، نفوذ، انفجار و پدیده ایربگ می باشد، آورده است. در نگارش این کتاب



سعی شده تا با روش تحلیل به کمک تصاویر، آموزش نرم افزار را برای کاربران مبتدی آسان ساخته و با ارائه مثال های کاربردی در حوزه نفوذ و انفجار به کاربرانی که تجربه کار قبلی با این نرم افزار را دارند نیز، در تحلیل بهتر مسائل کمک شود.

نتایج به دست آمده در مسائل حل شده در این کتاب به هیچ وجه قابل اطمینان جهت کاربردهای بعدی نمی باشد و ضرورتاً باید با تست های آزمایشگاهی و با پاسخ های تحلیلی، اعتبارسنجی و کالیبره گردند.

امید است مطالعه این کتاب راه را برای تحلیل های دینامیکی مسائل صنعتی و نظامی هموار سازد.

www.ketab.ir