Archive of SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

مروری بر روشهای تحلیل غیر کشسان سازه های دریایی با قاب فولادی بادبندی شده

توسط

مهندس مهدی خداداد سریزدی : عضو هیأت علمی دانشگاه یزد

و

دکتر رضا عباس نیا : عضو هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران

چکیده:

سکوهای دریایی جهت بهره برداری از مخازن نفت و گاز در اعماق دریاها نقش به سزایی در صنعت نفت کشور ایران دارند. اینگونه سازه های دریایی که معمولاً از قاب فولادی با دبندی شده ساخته میشوند باید در برابر بارهای جانبی رفت و برگشتی ناشی از زلزله های بسیار شدید پایدار باقی بمانند. پاسخ این سازه ها عمدتاً به رفتار غیر خطی بعد از کمانش بادبندهای مورد استفاده بستگی دارد. در این مقاله روشهای مختلف تحلیل کامپیوتری غیر کشسان سازه های دریایی با قاب فولادی بادبندی شده مورد بررسی قرار میگیرند. این روشها به سه دسته تقسیم میشوند: ۱- روش عددی اجزاء محدود غیر خطی، ۲- روش تحلیلی مبتنی بر تیوری خمیری (پلاستیسیته) و رفتار فیزیکی عضو بادبندی و ۳- روش تجربی برازاندن منحنی پسماند عضو بادبندی. ضمن بررسی هر کدام از این روشها، مدلهای مختلف مورد استفاده توسط تحلیل غیر خطی سازه ها مرور میشوند و اساس تیوریکی، همبستگی نتایج تحلیلی با آزمایشگاهی و عملی بودن آنها مورد بحث قرار میگیرد.

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

مروری بر روشهای تحلیل غیر کشسان سازه های دریایی با قاب فولادی بادبندی شده

مقدمه

سازه های قاب فولادی با د بندی شده به عنوان یکی از سیستمهای مقاوم در برابر بارهـای جـانبی بـاد یـا زلزلـه بطور وسیع مورد استفاده قرار گرفته است . معمولا" سختی جـانبی در واحـد حجـم مصـالح بکـار رفتـه شـده در قابهای با دبندی شده از قابهای خمشی بیشتر است. استفاده از قابهای با دبندی شده بطور اخص درسـازه هـای دریایی ازجمله پلاتفرمهای مورد استفاده درحفاری وبهره برداری از چاههای نفت در اعماق دریاهـا رایـج مـی باشد . آیین نامه های طراحی[1] اینگونه سازه ها بر لزوم داشتن شکل پذیری علاوه بر مقاومت کافی تأکید دارند . جهت ارضای شرط مقاومت ، سختی و مقاومت اعضای سازه بـاید طـوری انتخـاب شـوند که تنشـهای ایجـاد شده بر اثر بارهای ناشی از زلزله های محتمل ، در حد تنش تسلیم و یا کمـا نـش بـاقی بمـاند . هـدف از ارضـای شرط شـکل پذیـری ، کسـب اطمینـان از داشـتن ظرفیـت کـافی بـرای جـذب و دفـع انـرژی در سـازه موردنظـر میباشد بطوریکه از فروپاشی سازه در صورت بروززلزله ای با شدت بسیار زیاد جلوگیری شـود . جهـت ارضـای این شرط یک طراح پلاتفرم ثابت باید قادر باشد نشان دهد که سازه دریایی مـورد نظـر قـابلیت جـذب انـرژی ، حداقل به میزان چهار برابر مقدار مربوط به طراحی به روش مقاومت را دارا است ومی تواند در برابر زلزلـه هـای شدید پایدار باقی بماند .

خوشبختانه لزومی ندارد که طراحی سازه برای جذب و دفع انرژی بیشتر ، تنهـا بـر اسـاس رفتـار کشسـان و خطی سازه انجام شود . میتوان نشان داد که سازه قابلیت جذب و دفع انرژی کافی را از طریـق تغییـر شـکل غیـر کشسان اعضای آن دارا است . برای اینکه یک سازه دریایی با کارآیی مفید و موثر طراحـی شـود تـا بتوانـد در مقابل بارهای جانبی بسیار شدید پایدار ومقاوم باشد ، لازم است از برنامه های کامپیوتری مناسـب کـه توانـایی پیش بینی رفتار غیر خطی وغیر کشسان سازه را بر اثر بارهای چرخه ای دینامیکی داشته باشد ، استفاده شود .

رفتار غیر کشسان سازه های دریایی بـا دبندی شـده تحـت اثـر بارهـای جـانبی بـزرگ ، اسـاسـا" بـه رفتـار با دبندها بستگی دارد . مطالعات تحلیلی وتجربی متعددی پیرامون رفتار غیر کشسان با دبندها و قـاب هـای بـاد بندی شده در مقابل بارهای متناوب دینامیکی انجام شده است . ازطرف محققین مدلهـا ی مختلفـی کـه رفتـار غیر کشسان با دبندها در برابر بار متناوب کششی– فشاری بخصوص پس از کمانش عضو را نشان دهد ، پیشنهاد شده است. این مدلها براساس نظرات تیوریکی، نتایج آزمایشگاهی ویا ترکیبی از این دو ارایه شده اسـت. ایمنـی قابل اعتماد پیش بینی های رفتار کلی سازه تا حد زیادی به دقت درمدل بـا دبند ارایـه شـده بستگی دارد. یـک مدل ایده آل با دبند آن است که بتواند بطورمناسب و دقیق نمودار نیرو – تغییر مکان عضـو را بـه صـورت منحنـی

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

های حلقه ای پسماند نشان دهد و در ضمن هر گونه کاهش در ظرفیت باربری عضو را که بر اثر بارهای چرخه ای متناوب ممکن است مشاهده شود، به حساب آورد . مفیدترین مدلهای بادبند آنهایی هستند که برای تحلیل کامپیوتری کل سازه عملی و اقتصادی باشند .

واقعیت آن است که تغییر شکلهای خمیری پی در پی (کشیدگی یا کمانش عضو) ناشی از بارهای چرخه ای شدید در عضو بادبندی یک نوع عمل سردکاری به حساب می آید که خصوصیت مواد را تغییر میدهد. بنابراین هر دور از بارگذاری چرخه ای پاسخ متفاوتی را نشان میدهد چونکه درهر موقعیت ماده متفاوتی پاسخ میدهد وتغییر در خصوصیات ماده به مقدار وطبیعت سردکاری قبلی انجام شده بستگی دارد. به علت پیچیدگی بیش از حد فرآیند غیر خطی که در ناحیه سخت شدگی و بعد از کمانش پیش می آید جای تعجبی نیست که هیچ تیوری موفقی در به حساب آوردن بارگذاری مکرر ونیروهای رفت وبرگشتی بعد از سخت شدگی و بعد از کمانش وجود نداشته باشد .

دراین مقاله مدلهای موجود جهت پیش بینی رفتار غیر خطی قابهای بادبندی شده پس از کمانش بادبندها بر اثر بارهای چرخه ای متناوب ناشی از زلزله های شدید مورد بحث وارزیابی قرار میگیرند. این مدلها بر مبنای سه روش مختلف به سه دسته تقسیم شده اند که عبارتند از: ۱- روش عددی اجزاء محدود ، ۲- روش تحلیلی تیوری خمیری وایده آل سازی بر مبنای رفتار فیزیکی عضو ، ۳- روش تجربی برازاندن منحنی پسماند .

مدلهای مختلف جهت پیش بینی رفتار اعضای بادبندی.

رفتار غیر کشسان سازه های دریایی بادبندی شده تحت اثر بارهای جانبی بزرگ اساساً به رفتار بادبندها بستگی دارد. قدیمی ترین المانهایی که برای تحلیل غیر خطی سازه های بادبندی شده بر اثر بارهای جانبی بکار برده شده است تعدیل ساده ای از المان کش سان خرپا میباشد . از آن جمله میتوان کشش و فشار کشسان (شکل ۱-الف)، کشش تنها بدون مقاومت فشاری (شکل ۱-ب) ، تسلیم در کشش و فشار (شکل ۱-ج) ، و تسلیم در کشش وکمانش الاستیک در فشار (شکل ۱-د) را نام برد .این مدلها خصوصیت دفع انرژی اعضای بادبندی در محدوده بعد از کمانش را در نظر نمی گیرند . مدل کشش تنها (بدون مقاومت فشاری) فقط برای بادبندهایی مناسب است که ضریب لاغری آنها بزرگتراز ۲۰۰ باشدومدلهای دیگر زوال سختی عضو وخصوصیت از دست دادن ظرفیت تحمل بار عضو بادبندی بعد از کمانش در اثر بارهای چرخه ای را نادیده میگیرند .

واقعیت این است که به علت طبیعت چرخه ای زمین لرزه، سازه ها بارگذاری و باربرداری پی در پی را تجربه میکنند و رابطه نیرو – تغییر مکان باید به صورت یک سری حلقه های متوالی به نام حلقه های پسماند بیان

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

شود. حلقه های پسماند اندازه ظرفیت دفع انرژی سازه را بیان میکند. این ظرفیت به سطح زیر نمودار حلقه های منحنی پسماند بستگی دارد(شکل ۲). هرچه ظرفیت دفع انرژی سازه بیشتر باشد، سازه شکل پذیر تر بوده و احتمال خرابی کامل آن در زمین لرزه های بسیار شدید کمتر میباشد. در حال حاضر سه روش مختلف برای ارایه مدل مناسب جهت پیش بینی رفتار با دبندها بعد از کمانش وجود دارد که بطور مختصر در ذیل به آن میپردازیم.

۱- روش عددی اجزاء محدود

روش به کار گرفته شده در مدل کردن از طریق اجزاء محدود بدین صورت است که یک با دبند در طول آن به یک سری اجزاء کوچکتر تقسیم میشود (شکل۳). دراین روش شکل سطح مقطع و خصوصیات مواد هر یک از اجزاء بطور عام تعریف میشوند و تحلیل سیستم کامل با در نظر گرفتن تغییر شکلهای بزرگ انجام میشود. این روش توسط چندین محقق بکار برده شده است. Fugimoto[2] وهمکارانش سطح مقطع اجزاء طولی را به تارهایی با خصوصیت کش سان – خمیری تقسیم کردند. Riahi[3] و همکاران یک المان تیر – ستون سه بعدی با مفصلهای پلاستیک انتهایی و سختی هندسی توسعه دادند که میتواند به صورت سری در کنار هم بکار برده شود تا کمانش با دبند یا ستون را با آن مدل کرد. این المان در برنامه کاربردی ANSR-II[4] مورد استفاده قرار گرفته است.

حسن روشهای اجزاء محدود کاربرد عمومی آن در حل انواع مختلف مسایل میباشد. ضمنا" فقط هندسه عضو وخواص ماده آن نیاز به تعریف دارد. یک محدودیت این روش آن است که از نظر محاسباتی هزینه سنگین در بر دارد. علاوه بر آن با توجه به تعداد زیاد درجات آزادی داده شده در هر عضو و نیاز به حافظه زیاد برای متغیر های معرف خصوصیات المانها، این روش برای تحلیل دینامیکی غیر خطی سازه های بزرگ غیر عملی میباشد. برای بیشتر سازه های با دبندی شده و عملی بودن تحلیل سازه های دریایی از قبیل دکلهای با دبندی شده یک مدل ساده با دبند ارجح میباشد.

۲- روش تحلیلی با استفاده از تیوری خمیری ودر نظرگرفتن رفتار فیزیکی عضو:

مدلهایی که بر اساس این روش ارایه شده اند یک تکنیک ساده تر و بخصوص را جهت پیش بینی رفتار غیر کش سان و بعد از کمانش با دبند فراهم میسازند. این روش اولین بار توسط Higginbotham[5] جهت حل رابطه نیروی محوری – تغییر مکان محوری پس از کمانش برای با دبندهای لاغر پیشنهاد شد. مدل تحلیلی وی (شکل٤)در مقایسه با نتایج آزمایشگاهی دراولین دور از بارگذاری چرخه ای برای با دبندهایی که ضریب

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

لاغری آنها بالااست (KL/r >120) جواب نسبتا" دقیق وقابل قبولی راپیش بینی میکند. ولیکن در طی سیکل های بعدی مدل پیشنهادی وی زوال یافتن بار کمانش را در نظر نمی گیرد و نتایج به دست آمده در مقایسه با رفتار مشاهده شده نمونه های آزمایشگاهی با بر آورد بیشتر همراه است . مدل مبتنی بر رفتار فیزیکی عضو که در فورمول بندی Higginbothamمورد استفاده قرار گرفته است شامل یک عضو خرپایی دو سر مفصل است که در وسط آن یک مفصل پلاستیک تشکیل می شود (شکل۵). مدل کردن به این روش و فور مول بندی های تحلیلی بر مبنای یک منحنی اندر کنش نیروی محوری – گشت آور فرض شده و همچنین برمبنای یک رابطه الاستیک– کاملا" پلاستیک گشت آور – انحنا برای مفصل پلاستیک استوار است . وقتی که نیروی محوری و گشت آور در مفصل میانی معادله اندر کنش نیروی محوری – گشت آور را ارضا کرد ، تغییر شکل خمشی پلاستیک در مفصل اجازه داده میشود . هر چند که کرنش محوری غیر کشسان در ناحیه مفصل صرف نظر شده است ، تغییر شکلهای محوری غیر کشسان در انتهای باد بند از طریق روابط سینماتیک که از دوران متمرکز پلاستیک در وسط نتیجه می شود مد نظر قرار میگیرد. در این مدل تغییر شکلهای محوری الاستیک در طول باد بند در نظر گرفته می شود . در نظر گرفتن یا صرف نظر کردن از تغییر شکلهای خمشی الاستیک به فاز بار گذاری و فور مول بندی ریاضی خاصی که بکار رفته است بستگی دارد .

یک حسن مدلهای مبتنی بر تیوری تحلیلی فیزیکی این است که فقط مشخصات سطح مقطع و طول موثر باید تعریف شوند. یک محدودیت مدلی که توسط Higginbotham پشنهاد شد این است که نیروی محوری به عنوان متغییر مستقل بکار برده شده است در نتیجه اطلاعات کافی برای حل نیروها برحسب تغییر مکانها وجود ندارند واینگونه مدلهای تیوریکی برای روشها تحلیلی کامپیوتری چندان مناسب نیست. Singh[6] سعی کرد این کمبود را با به کارگیری یک راه حل تکرار شونده سعی و خطا با در نظر گرفتن تغییر مکان به عنوان یک متغییر مستقل جبران کند . ولیکن راه حل تکرار شونده از نظر هزینه محاسباتی مقرون به صرفه نیست. بنابر این پیشنهاد شد مدل دیگری که بر اساس پدیده منطقی رفتار عضو با دبندی و برازاندن منحنی پسماند استوار است مورد استفاده قرار گیرد . ضمنا" مدل پیشنهادی Higginbotham فقط برای نسبت لاغری بالا جواب دقیق میدهد .

۳– روش تجربی برازاندن منحنی پسماند:

در این روش که بطور رایج در اکثر نرم افزارهای تحلیل غیر خطی سازه های با دبندی شده بکار گرفته شده است ، یک منحنی حلقوی پسماند که بیانگر رابطه نیرو– تغییر مکان محوری المان خرپایی میباشد از قبل تعریف می شود و رفتار عضو با دبندی براساس مدل ارایه شده با برازاندن منحنی پسماند تعریف شده تعیین میشود و

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

پاسخ قاب با دبندی شده به دست می آید . نمونه هایی از مدلهای پیشنها دشده منحنی پسماند که رفتار اعضای با دبندی تحت بارهای چرخه ای کششی و فشاری شامل مرحله بعد از کمانش را بیان میکند در شکل ٦ نشان داده شده است. این مدلها عمدتا" براساس نتایج تحلیلی (ونه تجربی) پیشنها د شده اند .

آزمایش های انجام شده روی نمونه های کوچک (تحت اثر بار محوری چرخه ای) توسط Jain[7] و همکاران به دو مورد خصوصیت بارز رفتار پسماند عضو با د بندی که در مدلهای بالا در نظر گرفته نشده اند اشاره می کند .این خصوصیات عبارتند از : ١– افزایش طول عضو و٢– کاهش در مقاومت فشاری عضو با افزایش تعداد چرخه ها . Jain[8] یک مدل منحنی پسماند متشکل از ٦قطعه ارایه داد که این دو پارامتر را نیز در بر می گیرد (شکل٧) . این مدل با تغییرات مختصر به نام المان کمانشی EL9 در نرم افزار DRAIN -2D[9] جهت تحلیل غیر خطی سازه های دو بعدی مورد استفاده قرار گرفته است. همانطور که در شکل دیده می شود در این مدل دو مقدار متفاوت بار کمانش در نظر گرفته شده است : یکی برای دور اول بار گذاری (P_{yn}) و دیگری برای دور های بعدی بارگذاری (P_{ync}) .شرح کامل این مدل از قرار ذیل میباشد .

مدل Jain و تعیین وضعیت رفتار عضوباتوجه به تاریخچه بارگذاری

با فرض اینکه یک عضو با وضعیت اولیه مستقیم ابتدا تحت اثر نیروی کششی قرار گیرد، همانطور که در شکل ٨ نشان داده شده است ، نمودار نیرو – تغییر مکان عضو به صورت کشسان در امتداد پاره خط AE ظاهر میگردد (با کد 0 نشان داده شده است). سپس عضو بار گذاری شده در E به حالت تسلیم میرسد و مسیر 'EE را ادامه می دهد . باعوض شدن جهت تغییر مکان در 'Eعضو بطور کشسان و موازی با مسیر الاستیک اولیه AE بار برداری میشود (کد – 0). ادامه فشار باعث اولین کمانش عضو در نقطه B میشود . نیرو در نقطه B به نیروی کمانش P_{yn} دراولین دور بار گذاری عضو مربوط می شود که بطور قابل ملاحظه با لا تر از نیروی بعد از کمانش P_{ync} در دورهای بعدی بارگذاری می باشد . بعد از کمانش در نقطه B مسیر BC (کد – ١) طی می شود . نقطه C به یک تغییر مکان فشاری مساوی پنج برابر تغییر مکان تسلیم حالت کشش (AY) عضو مربوط میشود . اگر جهت تغییر مکان محوری در Lعوض شود، تغییر مکان عضو مسیر 'LL را (کد –٢) به موازات شیب خط AB که مربوط به رفتار الاستیک اولیه است طی می کند تا به تراز بار بعد از کمانش یعنی P_{ync} برسد . و لیکن اگر جهت تغییر مکان محوری در 'Lعوض شود مسیر "LL (کد – ١) که موازی BC است طی خواهد شد . "L در تراز با ر بعد از کمانش P_{ync} قرار دارد .

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

تداوم اعمال فشار در نقطه C یا "L باعث میشود به ترتیب مسیر CD یا "L D (کد – ۳) طی می شود . اگر در D جهت تغییر مکان محوری عوض شود باعث می شود که نیروی فشاری کاهش یافته تا به صفر برسد و با افزایش نیروس کششی مسیر "DFE طی می شود (برای قطعه DF کد – ٤ و برای قطعه "FE کد –۸) .

برای تعیین نقطهF خط 'A"F از "A (A'A"=E'E) با شیب ۱/۳ برابرشیب الاستیک اولیه 'A'E یا A'B رسم می شود که خط "DE را در 'F قطع می کند . تقاطع A"F مساوی 60/(KL/r) برابر فاصله 'A"F در نظر گرفته می شود . "E'E برابرتغییر طول تدریجی عضو است که ازیک رابطه تجربی به دست می آید .

خط FG که به موازات شیب اولیه الاستیک رسم شده است، جهت تشخیص تمایز بین تاریخچه بارگذاری در ناحیه DFG وناحیه A"E"FG به کار میرود. اگر جهت تغییرمکا ن محوری در طول "DF عوض شود، رفتار عضو در ادامه همان مسیر میباشد (کد–٤). اگردر نقطه H تغییر جهت داشته باشیم، مسیرHI که موازی A'B است طی میشود .نتیجه ادامه فشار مسیر'II خواهد بود (کد–۳).اگر جهت تغییرمکان بار دیگر در 'I عوض شود، مسیر 'IH (کد–٦)طی خواهد شد . اگر جهت تغییرمکان محوری در نقطه J عوض شود ، مسیر JK (کد – ٥) طی میشود . ادامه فشار محوری عضو به مسیر 'KKیا"KK منجر میشود (کد – ۳) . اگر در 'K تغیر جهت رخ دهد ، مسیر J'K ادامه رفتارعضو می باشد (کد – ٦) . اگر عضو نقطه Gرا بگذارند و از"K برگردد مسیرK"F طی خواهد شد (کد –۷) و سپس مسیر"FE طی میشود (کد – ۸). اگر در یک چرخه بار گذاری عضونقاط D یا "E را رد کندنقاط کنترل جدید تعیین میشوند . در چرخه های بارگذاری بعدی نیروی فشاری ماکزیمم P_{ync}خواهد بود . نیروی P_{ync}به صورت کسری از بار ما کزیمم فشاری اولین چرخه P_{yn}به عنوان ورودی باید داده شود . یا ر P_{yn} رامی توان از معادلات AISCمحاسبه کرد . براساس آزمایشهای انجام شده مقدار ضریب کاهش مقاومت PHI($O=P_{YNC}/P_{YN}$) با توجه به نسبت لاغری موثر عضو بین ۳/. تا ٦/. پیشنهاد شده است .

مدلهای دیگر

با دسترسی بیشتر به نتایج آزمایشگاهی مدلهای دقیقتر ارایه شده اند که از آن جمله می توان مدل Roeder (شکل ۹) و مدل Maison (شکل ۱۰) را نام برد . مدل Maison که از ۹ قطعه تشکیل شده است زوال بار کمانش و همچنین افزایش طول با دبند طی کمانش کردن و صاف شدن مجدد عضو را در نظر می گیرد . مدل Maison در نرم افزار ANSR-I مورد استفاده قرار گرفته است .

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

با توجه به اینکه در روش اخیر داده های ورودی شامل پارامترهایی می باشد (مثلا" بار کمانش در دور اول و دورهای بعدی بارگذاری) که باید از روی شکل منحنی پسماند مربوط به عضو مورد استفاده در سازه تعیین شود ، این روش محدودیت ها و مشکلاتی را در بر دارد . در حقیقت برای نسبت های لاغری (KL/r) مختلف ، فشردگی مقطع (نسبت D/t) و خواص مصالح متفاوت (نمودار تنش – کرنش)، پارامترهای مورد نیاز متفاوت می باشند و تنها وقتی پاسخ دقیق اعضا امکان پذیر است که شکل منحنی پسماند مربوط به عضو مورد استفاده در سازه موجود باشد .

خلاصه و جمع بندی

رفتار غیر کش سان سازه های قاب با دبندی شده ، همچون دکل های نفت در سازه های دریایی ، که تحت اثر بارهای جانبی ناشی از زلزله های بسیار شدید قرار می گیرند به رفتار بعد از کمانش با دبند بسیار حساس است . بنابراین قابلیت اعتماد پیش بینی های تحلیلی به دقت مدل با دبند مورد استفاده وابسته است . به علت فرآیند غیر خطی نسبتا" پیچیده ای که بر اثر طبیعت بارهای چرخه ای شدید و عمل سرد کاری حاصل از آن وجود دارد یک مدل دقیق که از هر جهت مناسب باشد وجود ندارد . در این مقاله روشهای مختلف برای مدل کردن با دبندها مورد بررسی قرار گرفتند .

ایده آل سازی فیزیکی یک با دبند به صورت یک المان خرپایی دو سر مفصل با طول موثر معادل و یک ناحیه مفصل پلاستیک در وسط با مشاهدات آزمایشگاهی سازگار است . پارامتر های اصلی لازم برای مدل کردن پاسخ غیر کش سان و چرخه ای یک با دبند عبارتند از : طول موثر ، بار تسلیم ، تغییر مکان تسلیم ، حساسیت در برابر کمانش محلی (نسبت D/t) و خصوصیات خواص مصالح . تغییر شکلهای اصلی که لازم است به حساب آیند عبارتند از کرنش های پلاستیک خمشی و محوری در مفصل های پلاستیک و کرنش های الاستیک خمشی و محوری در طول با دبند .

سه روش مورد استفاده برای مدل کردن رفتار غیر کش سان و بعد از کمانش با دبند بررسی شدند . روشهای اجزاء محدود برای تحلیل سازه های بزرگ عملی نیستند چون تنها برای یک با دبند تعداد زیادی المان باید تعریف شود که با توجه به تعداد زیاد درجه آزادی حافظه زیاد مورد نیاز میباشد . کاربرد مدلها تحلیلی بر مبنای تیوری پلاستیسیته به با دبندهایی که نسبت لاغری آنها بالا است محدود میشود و برای تحلیل دینامیکی غیر خطی سازه ها چندان مناسب و موثر نمی باشد .

www.SID.ir

Archive of SID

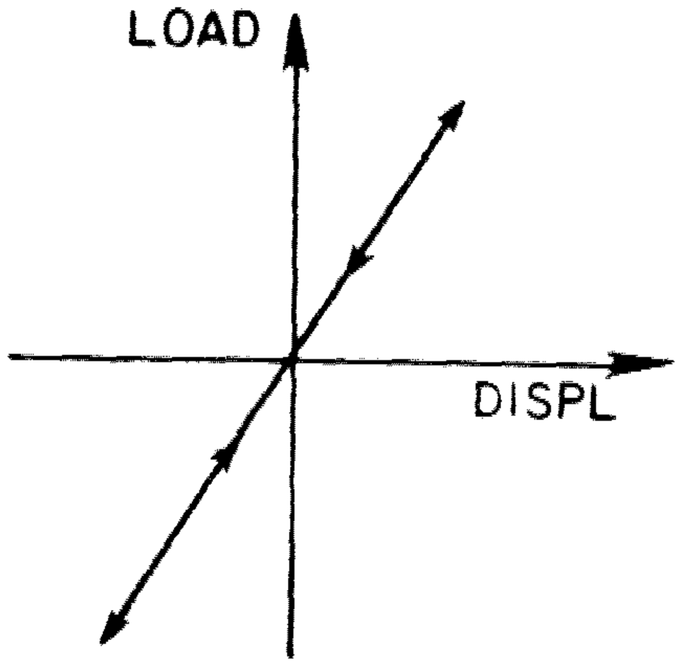
Archive of SID

مدلهایی که بر مبنای برازاندن منحنی پسماند استوار هستند مناسبترین روش موجود برای پیش بینی پاسخ غیر خطی سازه های باد بندی شده می باشند . البته اینگونه مدلها وقتی میتوانند پاسخ دقیق سازه را پیش بینی کنند که منحنی حلقه های پسماند بادبند مورد استفاده بطور تجربی در دسترس باشد . بنابراین یک محدودیت این روش در دسترس نبودن حلقه های پسماند مناسب برای تعریف پارامترهای مورد نیاز جهت داده های ورودی میباشد . همچنین منطق و برنامه نویسی این مدلهابرای به حساب آوردن پدیده ها وپیش آمدهای مختلف پیچیده میباشد و مدل منحنی پسماند شش قطعه ای Jainدر نرم افزار DRAIN-2Dو مدل ۹ قطعه ای Maisonدر نرم افزارا-ANSR مورد استفاده قرار گرفته اند .

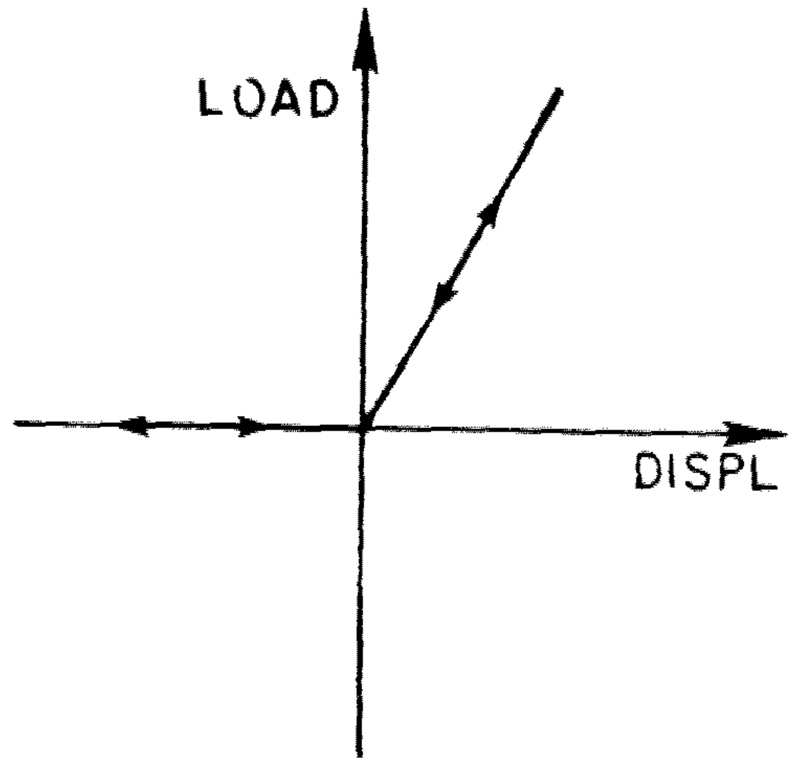
www.SID.ir

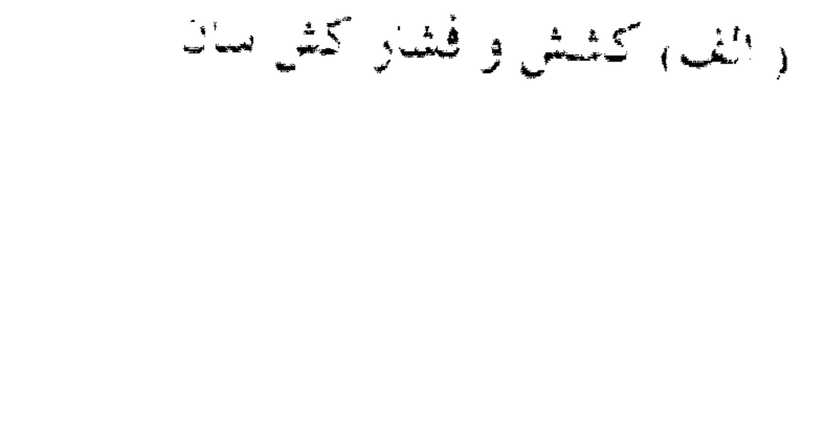
Archive of SID

Archive of SID



(الف) کشش و فشار کش سان





(ج) تسلیم در کشش وفشار

(د) تسلیم در کشش وکمانش در فشار

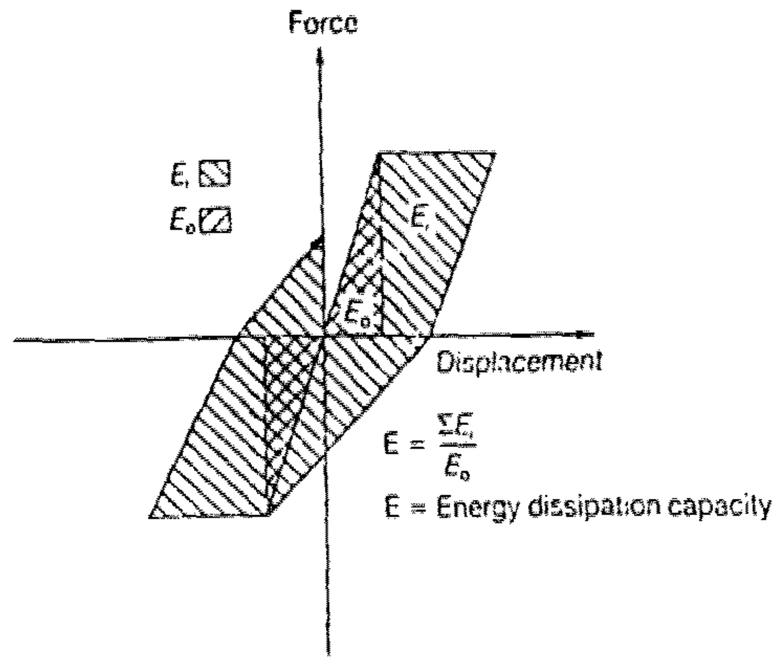
شکل ۱ - نمونه هایی از مدل رفتاری تعمیم یافته ای از المان کشسان خوب

www.SID.ir

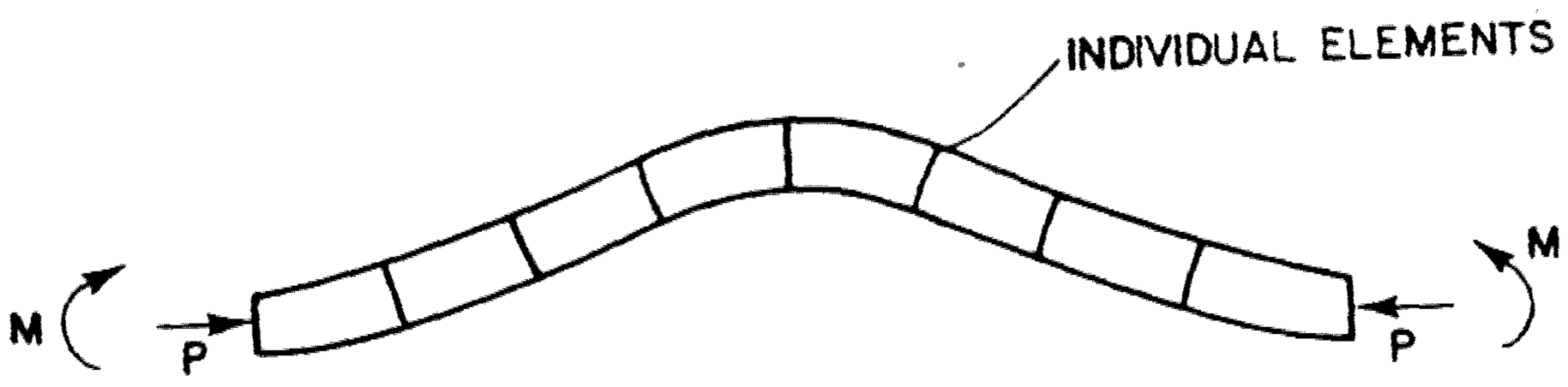
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



شکل ۲- یک نمونه منحنی حلقه پسماند و ظرفیت دفع انرژی عضو



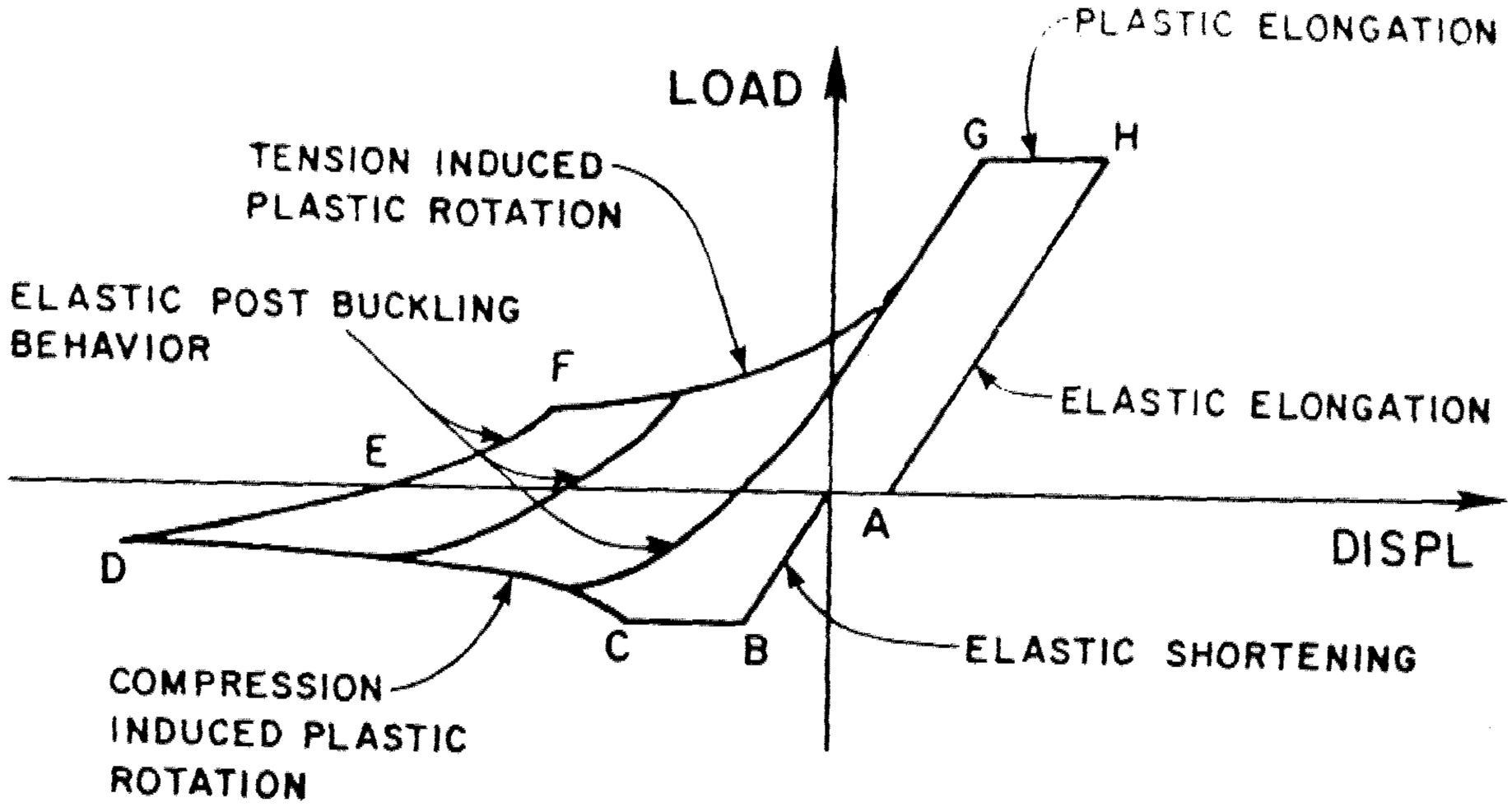
شکل ۳- مدل بادبند با استفاده از اجزاء محدود

www.SID.ir

www.SID.ir

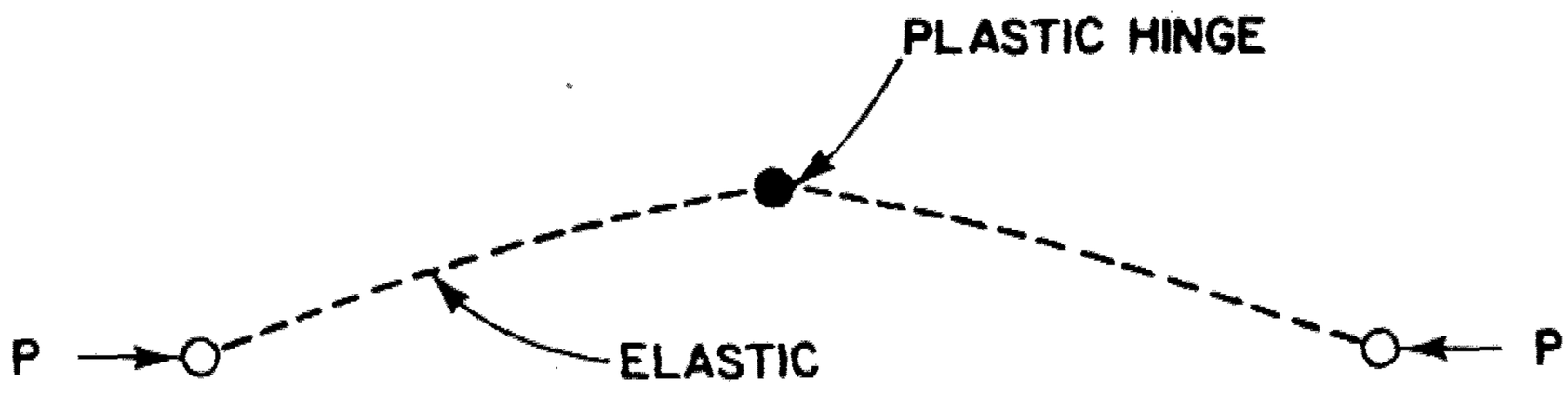
Archive of SID

Archive of SID



شکل ٤ - مدل تحلیلی Higginbotham مبتنی بر تیوری خمیری و رفتار فیزیکی عضو

ICOPMAS



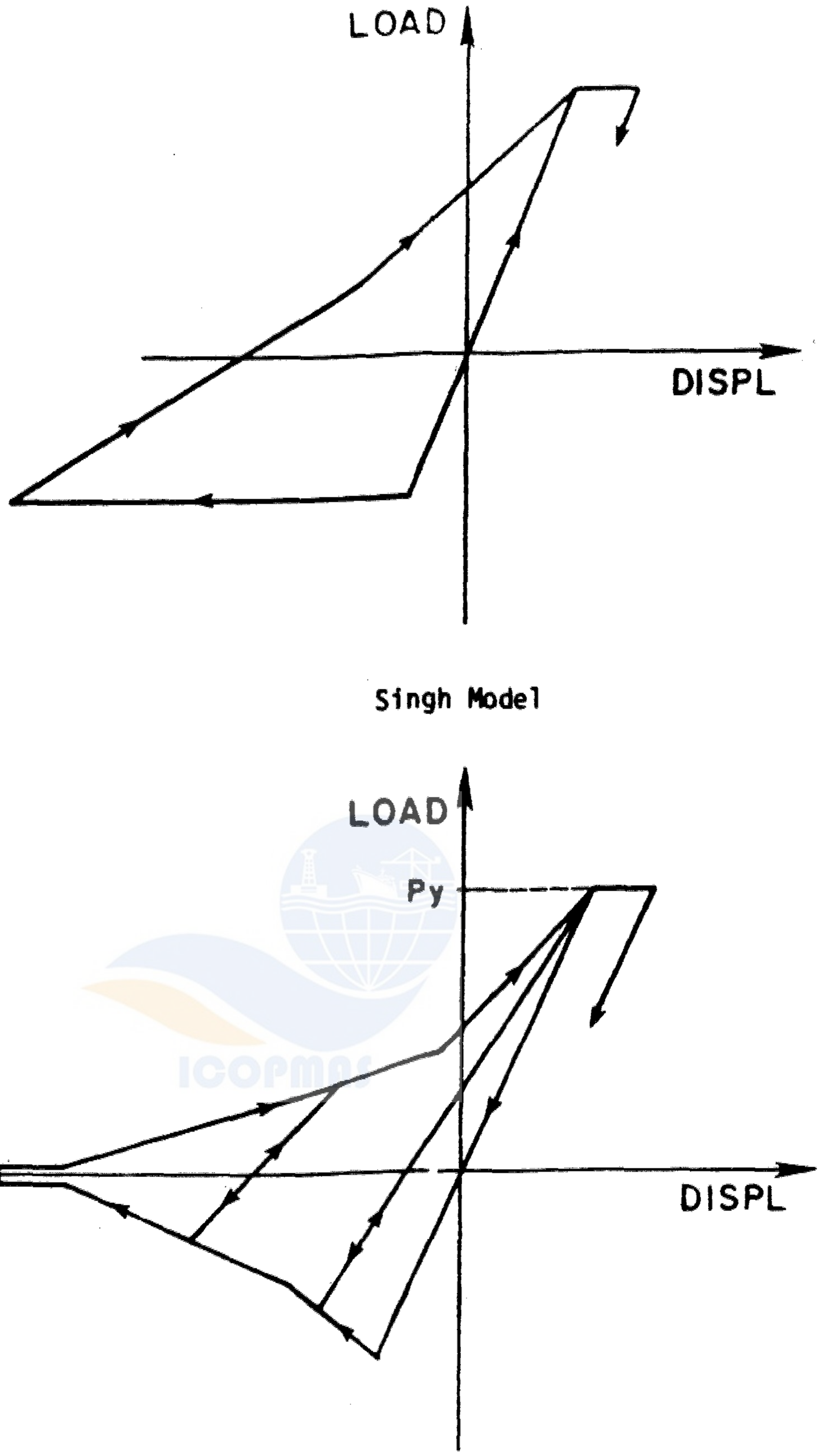
شکل ٥ - المان خرپای با مفصل پلاستیک در وسط

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



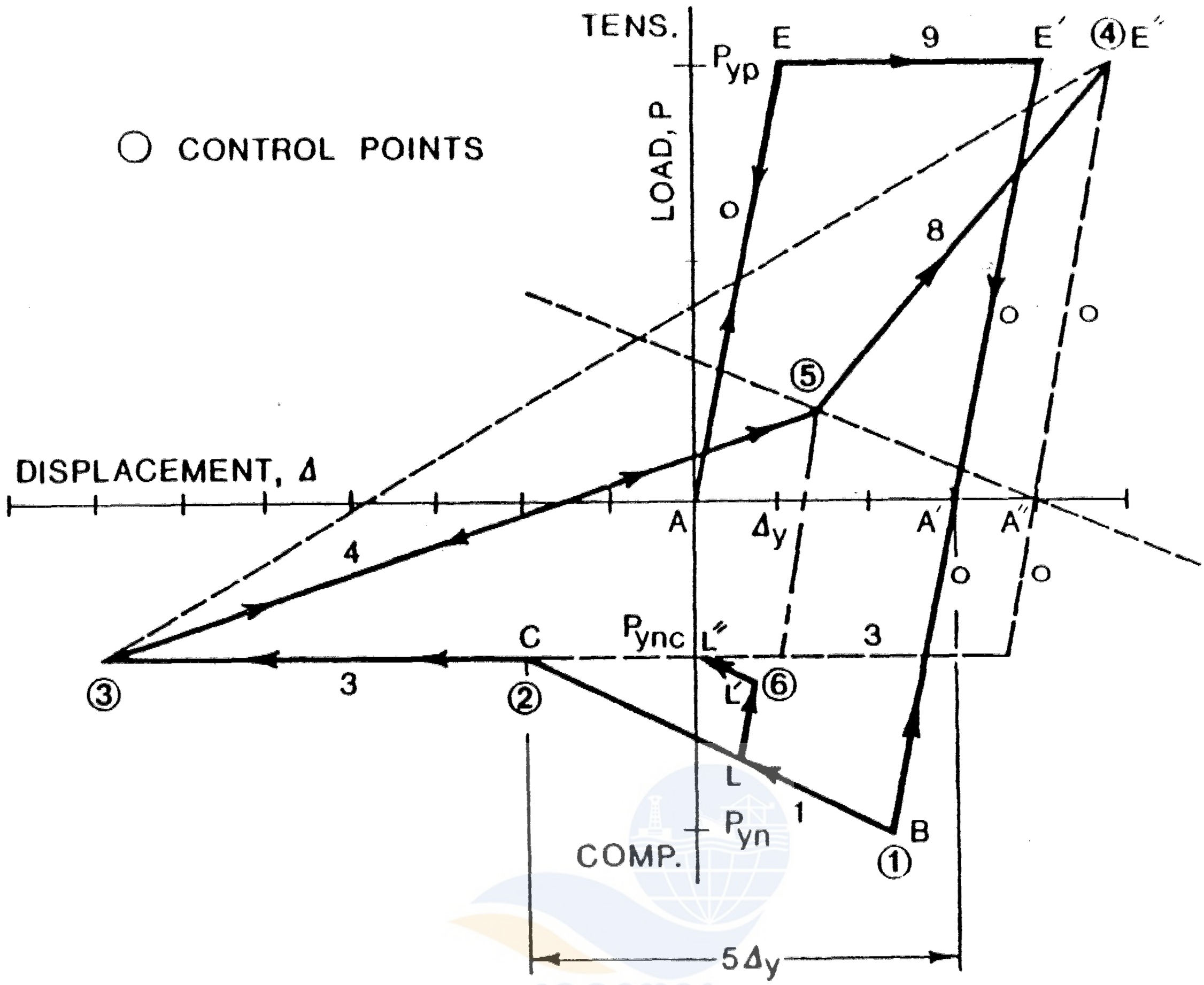
شکل ۶ - نمونه هایی از مدلهای اولیه منحنی پسماند مبتنی بر نتایج تحلیلی تئوریکی

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



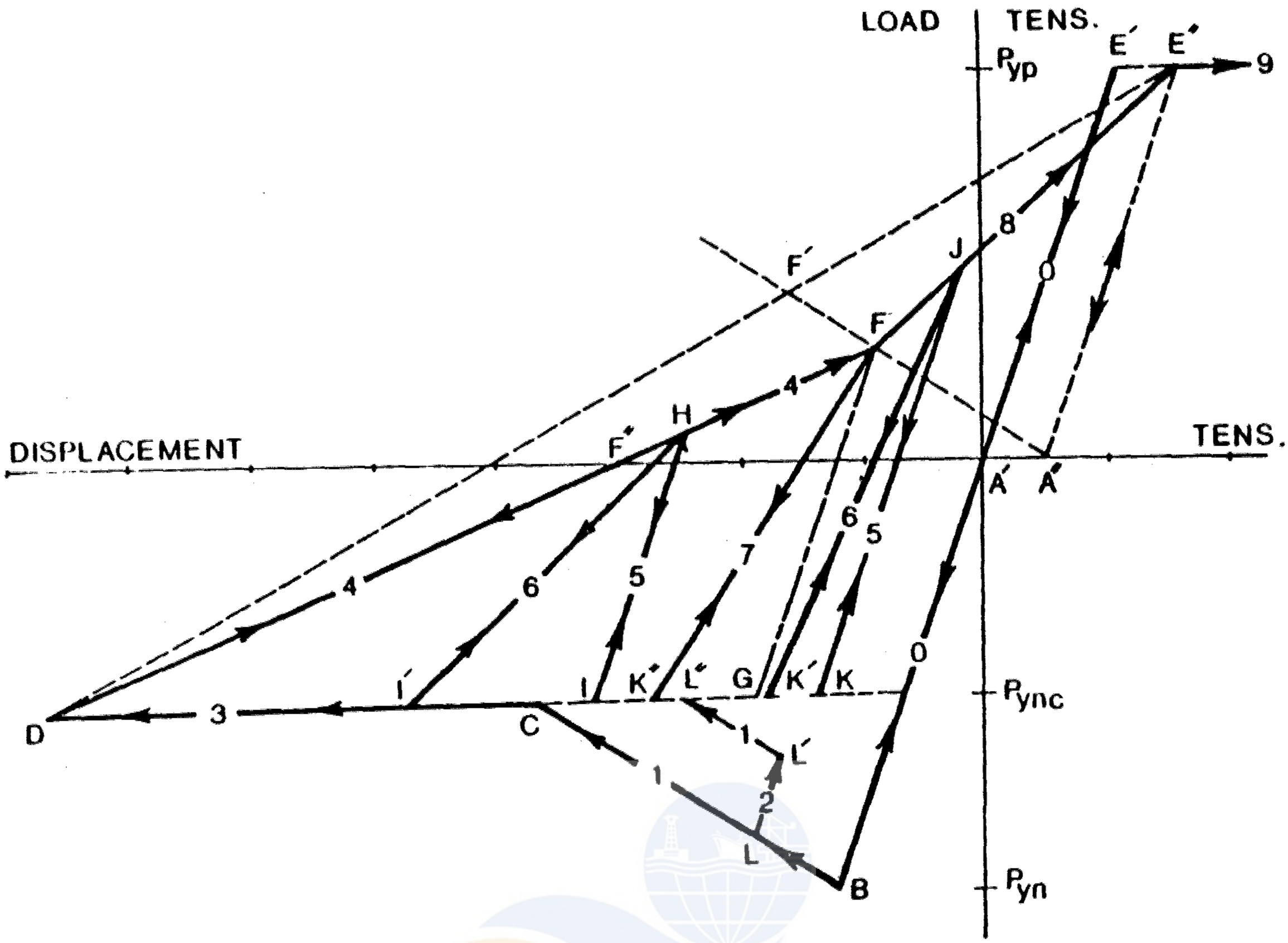
شکل ۷ - منحنی پسماند مدل Jain با در نظر گرفتن دو مقدار مختلف بار گسائش

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



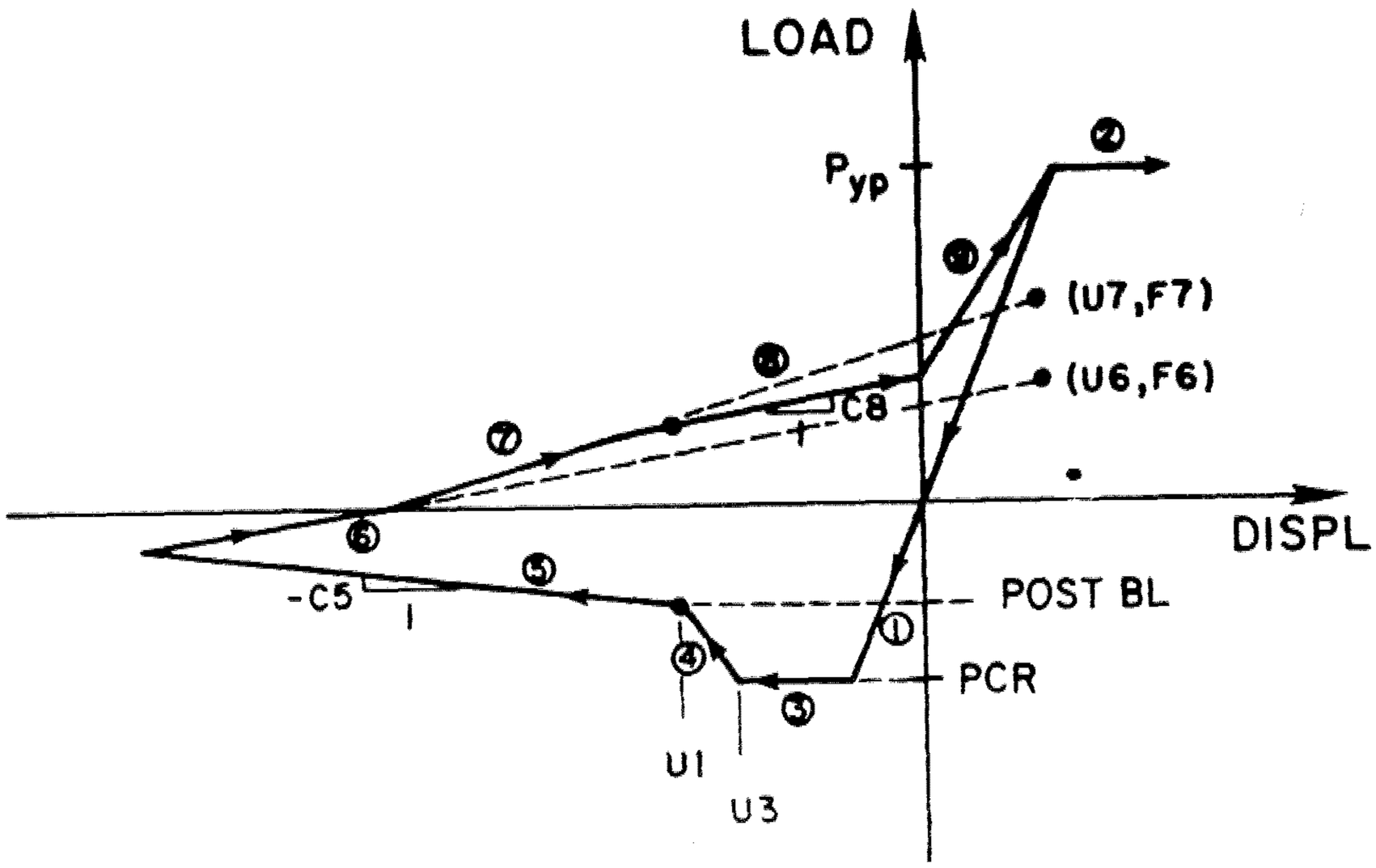
شکل ۸- جزییات مدل Jain

www.SID.ir

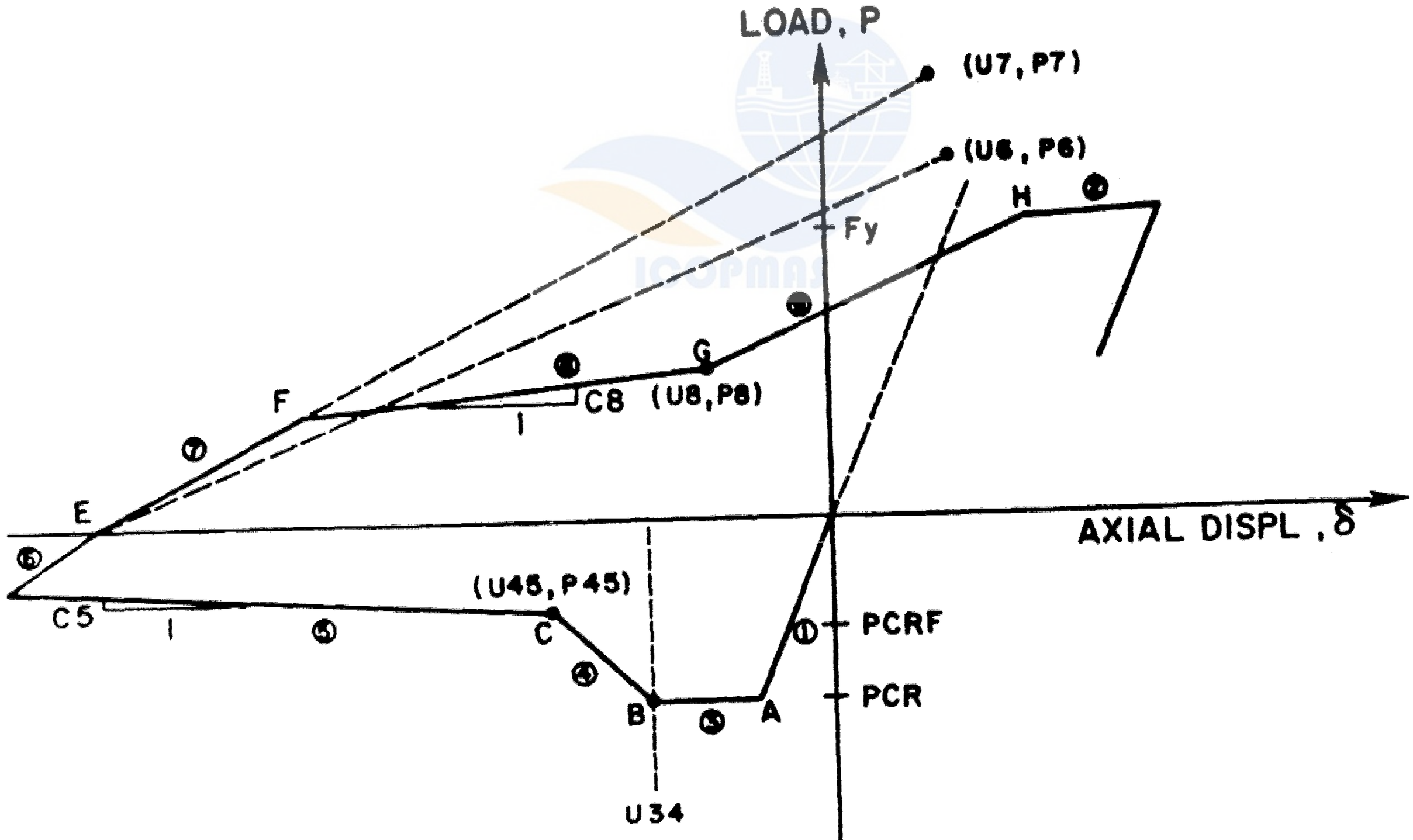
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



شکل ۹- منحنی پسماند مدل Roeder متشکل از ۹ قطعه



شکل ۱۰- منحنی پسماند مدل Maison متشکل از ۹ قطعه

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

REFERENCES

1. American Petroleum Institute, "Recommended Practice for Planning, Designinig, and Constructing Fixed Offshore Platforms," Dallas, Texas, 10th, Ed., 1979
2. Fujimoto, M., Aoyagi, T., Ukai, K., Wada, A, and Saito, K., "Structural Characteristics of Eccentric K-Braced Frames, " Transactions AIJ, No. 195, May 1972.
3. Riahi, A., Powell, G. H., and Mondkar, D. P., "3-D Beam-Column Element (Type 2- Parallel Element Theory) for the ANSR-II Program; "Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, Dec. 1979.
4. Mondkar, D. P., and Powell, G. H. "ANSR-II Analysis of Nonlinear Structural Response User's Manual, EarthquakeEngineering Research Center, University of California, Berkeley, July 1979.
5. Higginbotham, A.B. and Hanson, R.D., "Axial Hysteretic Behavior of Steel Members, "Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 102, No. ST7, July, 1976, pp. 1365-1381.
6. Singh, P., "Seismic Behavior of Braces and Braced Steel Frames, " Ph. D. Thesis, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, July, 1977.
7. Jain, A.K., Goel, S. C., and Hanson, R. D., "Hysteresis Behavior of Bracing Members and Seismic Response of Braced Frames with Different Proportions, " University of Michigan Research Report UMEE 78R6, Ann Arbor , Michigan Jult 1978.
8. Jain, A. K., and Goel, S. C. , "Hysteresis Models for Steel Members Subjected to Cyclic Buckling or Cyclic End Moments and Buckling, " University of Michigan Research Report UMEE 78R6,Ann Arbor , Michigan Jult 1978.
9. Powell, G.H. , " DRAIN-2D User's Guide," Report No. EERC 73-22, University of California, Berkely, October, 1973.
10. Roeder, C. W., and Popov, E. P., " INelastic Behavior of Eccentrically Braced Frames Under Cyclic Loading, " EarthquakeEngineering Research Center, University of California, Berkeley, Aug.1977.
11. Maison, B. and Popov, E. P., " Cyclic Response Prediction for Braced Steel Frames, " Journal of the Structural Division, ASCE, July 1980.

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

A Survey on Maritime Non-Elastic and Braced Steel Structure Strategies

M. Khodadadi Saryazdi, Eng. – Faculty Member of Yazd University

R. Abbasnia, Ph.D. – Faculty Member of Iran University of Science and Technology

Abstract

Maritime platforms play an important role in exploiting oil and gas reserves lying beneath the sea and the oil industries of Iran. These structures, which are usually constructed with braced steel frames, must be persistent against round-sided charges caused by severe earthquakes. The reaction of these structures mainly depend on the non-linear behavior occurred after the implemented braces are buckled. In this article, different strategies of digital analysis of maritime structures with braced steel frames are investigated. These strategies are divided into three general categories of: 1) numerical strategy of limited linear parts; 2) analysis strategy based on the plastic theory (plasticity) and the physical behavior of braced parts; and 3) experimental strategy of fitting the residue curve of the bracing part. While studying each of these strategies, the implemented models are surveyed by using the linear analysis of the structures and the theoretical foundation, the correlation of the analysis results, their applicability and experimentality is discussed.

Keywords: non-elastic steel; braced steel; maritime structures

www.SID.ir

www.SID.ir