



بهسازی لرزه ای تیر سرستون پایه متداول پلهای بزرگراهی

پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

International Institute of Earthquake Engineering and Seismology

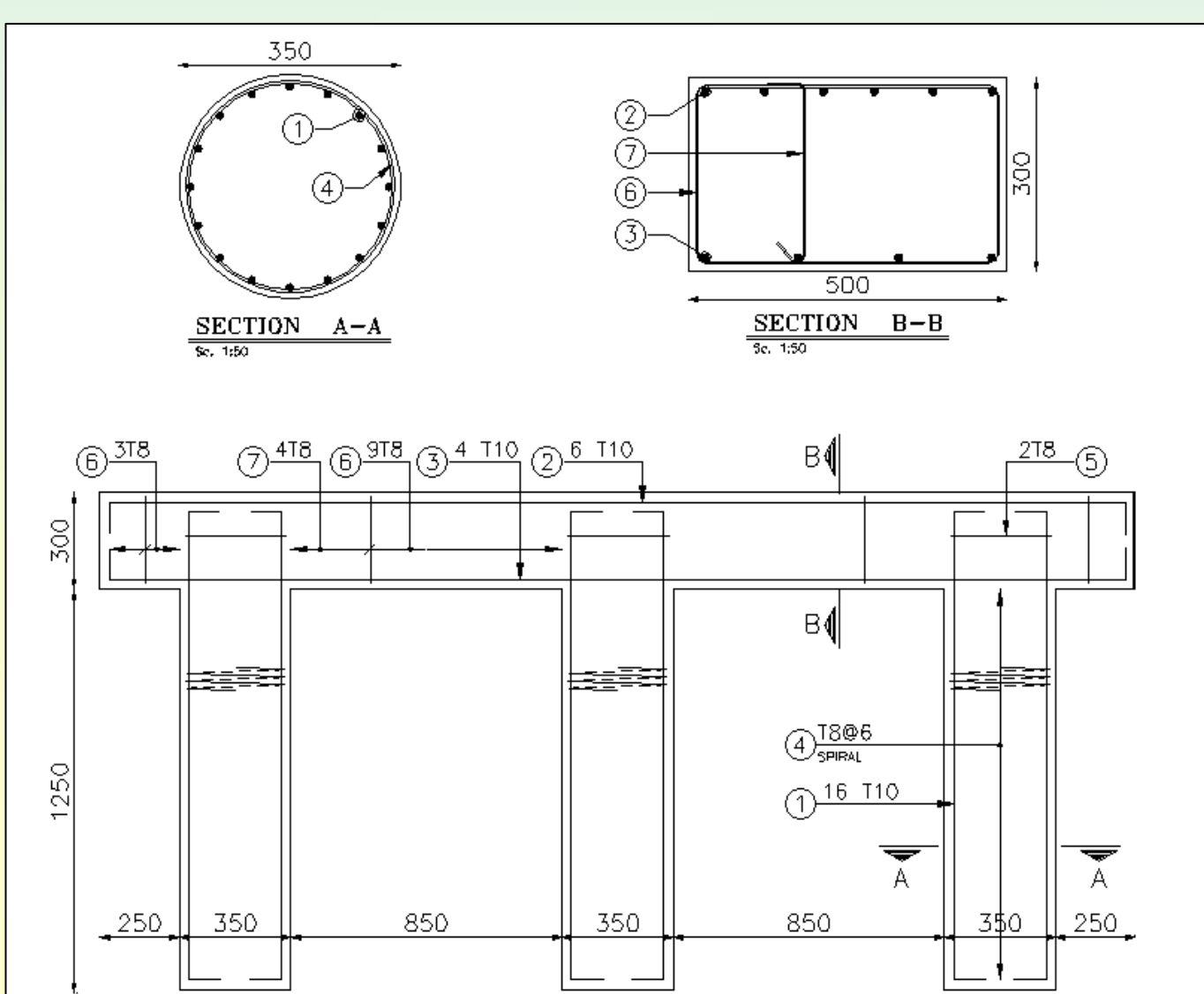
اکبر واثقی – محمد کاظم بحرانی – مهدی سلطانی – سال ۱۳۸۸

۱- مطالعات میدانی و طراحی نمونه های آزمایشگاهی

طراحی نمونه های آزمایشگاهی بر اساس مطالعات میدانی و یافتن مشخصات میانگین برای سازه مینا، با توجه به محدوده مطالعات و امکانات موجود انجام گردید. نمونه های چون ساخت در دو تیپ A و B طراحی و برای هر تیپ ۳ نمونه اجرا گردید. یکی برای بررسی وضعیت موجود و دو نمونه دیگر برای ارزیابی طرحهای بهسازی منظور گردید.

نمونه A بیانگر وضعیت موجود با مشخصات میانگین پلهای متداول مورد مطالعه انتخاب شد. محدوده اتصال نیز در این نمونه مطابق میانگین های برآورد شده با آرما تور عرضی ناکافی اجرا شد.

در نمونه B فواصل دورپیچ ستونها به مقدار مورد نیاز طبق آیین نامه انتخاب شد و تا نیمی از طول مهاری آرما تور ستون در ناحیه اتصال اجرا شد.



مهمترین خصوصیات متداول پلهای مورد مطالعه:

- تشابه سیستم سازه باربر جانبی
- ارتفاع پایه میانی: در حدود ۸ متر
- روسازه: دال بتنی مرکب (تیر فولادی یا بتنی)
- پایه های میانی: دایره ای به قطر ۱۲۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر با ۱/۵ درصد آرما تور طولی
- سرستون: مقطع تقریباً مستطیلی به ارتفاع ۱۰۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر با ۰/۳ درصد آرما تور طولی
- فوقانی و ۰/۲ درصد آرما تور طولی تحتانی

مقدمه

پلهای بتنی با پایه های میانی قابی شکل و تیر سرستون مجزا از عرشه، یکی از انواع پلهای متداول بزرگراهی می باشند. از نظر جزئیات اجرایی و مشخصات فنی، نواقص متعددی در اعضای پایه های قابی شکل پلها به چشم می خورد. عمده مشکلات و کاستی های پلهای بتنی موجود را می توان در تناسب ابعادی نامناسب تیر و ستون، ضعف خمشی تیر سرستون، جزئیات مهار ناکافی برای میلگردهای مسلح کننده طولی و عرضی، مقدار ناکافی آرما تور طولی تیرهای سرستون با در نظر گرفتن اثرات ناشی از زلزله و عدم وجود تسلیح عرضی در نواحی گره اتصال تیر به ستون دانست.

با توجه به فراوانی سازه های مورد مطالعه و نیاز به بهسازی لرزه ای آنها، بررسی و ارزیابی و یافتن راه حل مناسب بهسازی پلها ضروری می باشد. در این طرح پژوهشی بهسازی لرزه ای تیر سرستون با انجام مطالعات آزمایشگاهی و تحلیل نتایج در دستور کار قرار گرفته است.



۳- مشاهدات و نمونه های آزمایشگاهی



نمونه بهسازی شده با ژاکت فولادی در انتهای آزمایش

در اتصال سمت چپ تصویر بهسازی به روش تنیدگی توام طولی و عرضی انجام شده است. تا انتهای آزمایش بارگذاری هیچ گونه خسارتی در ناحیه اتصال رخ نداده است در حالی که در ستون شاهد شکل گیری کامل مفصل پلاستیک خمشی هستیم

۲- راهکارهای بهسازی پیشنهادی

الف- تقویت سرستون: جلوگیری از وقوع خسارت در تیر سرستون و اتصال استفاده از ژاکتها و همچنین پیش تنیدگی طولی، دو روش مناسب و شناخته شده برای تقویت تیر سرستون می باشد. اعمال نیروی تنیدگی بصورت خارجی مشکلات اجرایی را بسیار کاهش می دهد. تعبیه ژاکت فلزی، کاهش تنشهای اصلی در ناحیه اتصال را به همراه دارد. این ژاکت فلزی همزمان به عنوان مهار آرما تورهای پیش تنیدگی نیز کاربرد دارد.



ژاکت فلزی در محدوده اتصال و تنیدگی طولی تیر سرستون

ب- تضعیف ستون: کاهش تقاضای لنگر و برش در سرستون و اتصال

با توجه به مشکلات فراوان اجرایی برای تقویت تیر سرستون، کار بر روی ستونها بسیار آسانتر و مطلوبتر است. با توجه به ضعف تیر سرستون نسبت به ستون، بجای تقویت آن می توان به تضعیف کردن هدفمند ستونها پرداخت. در این کار موارد زیر مطرح است.

- کاهش سختی جانبی = افزایش تغییرمکان جانبی = لزوم کنترل اثرات نیروی محوری
- کاهش سختی = کاهش دوره تناوب ارتعاش آزاد سازه = کاهش نیروی موثر زلزله.
- کاهش مقاومت جانبی + اصلاح رفتار غیرخطی = افزایش ظرفیت تغییرمکان جانبی در حالت نهایی + افزایش قابلیت اتلاف انرژی هیستریزیس = بهبود سطح عملکرد سازه

۴- نتایج مطالعات آزمایشگاهی

منحنیهای هیستریزیس پاسخ جانبی نمونه های مختلف بیانگر میزان شکلپذیری، مقاومت جانبی و افت مقاومت و روند زوال آنها استخراج گردید. همچنین با ایده آل سازی رفتار جانبی، منحنی های دوطبقه ایده آل نمونه ها شامل سختی و مقاومت و شکلپذیری محاسباتی به دست آمد. مقاومت جانبی در همه نمونه ها در حدود ۱۸۰ تا ۲۲۰ کیلونیوتن بدست آمد که بیانگر عدم تغییرات شدید در ظرفیت جانبی قابهای بتنی می باشد. در نمونه های مقاومسازی شده تغییرمکان نهایی به شدت افزایش یافت و شکلپذیری تغییرمکانی از مقدار ۳ به فراتر از ۸ هم رسید. قابلیت جذب انرژی و میرایی هیستریزیس نیز در نمونه های بهسازی شده تا بیش از ۱۰۰ درصد افزایش یافت و می توان طرحهای بهسازی مورد آزمایش را که با صرف هزینه و زمان ناچیزی قابل اعمال بر پلها هستند، موفق ارزیابی نمود.

موفق ترین طرح بهسازی نیز استفاده همزمان از ژاکت فولادی عرضی و تنیدگی طولی بود که رفتار قاب را در ناحیه اتصال بطور کامل دگرگون کرد. در این طرح بهسازی شده هیچ خسارتی در ناحیه اتصال مشاهده نشد و مفاصل پلاستیک در ستونها بطور کامل شکل گرفت.



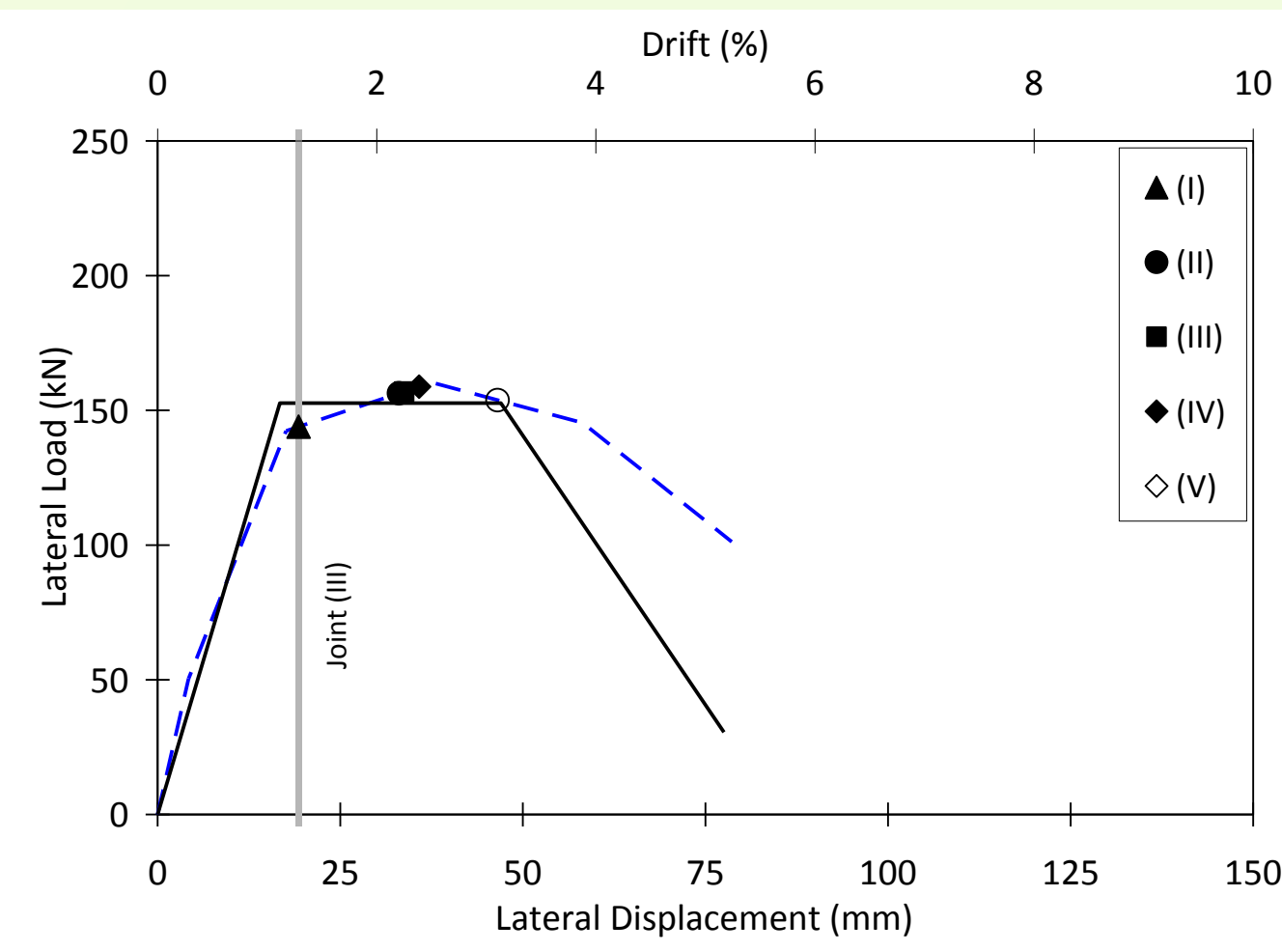
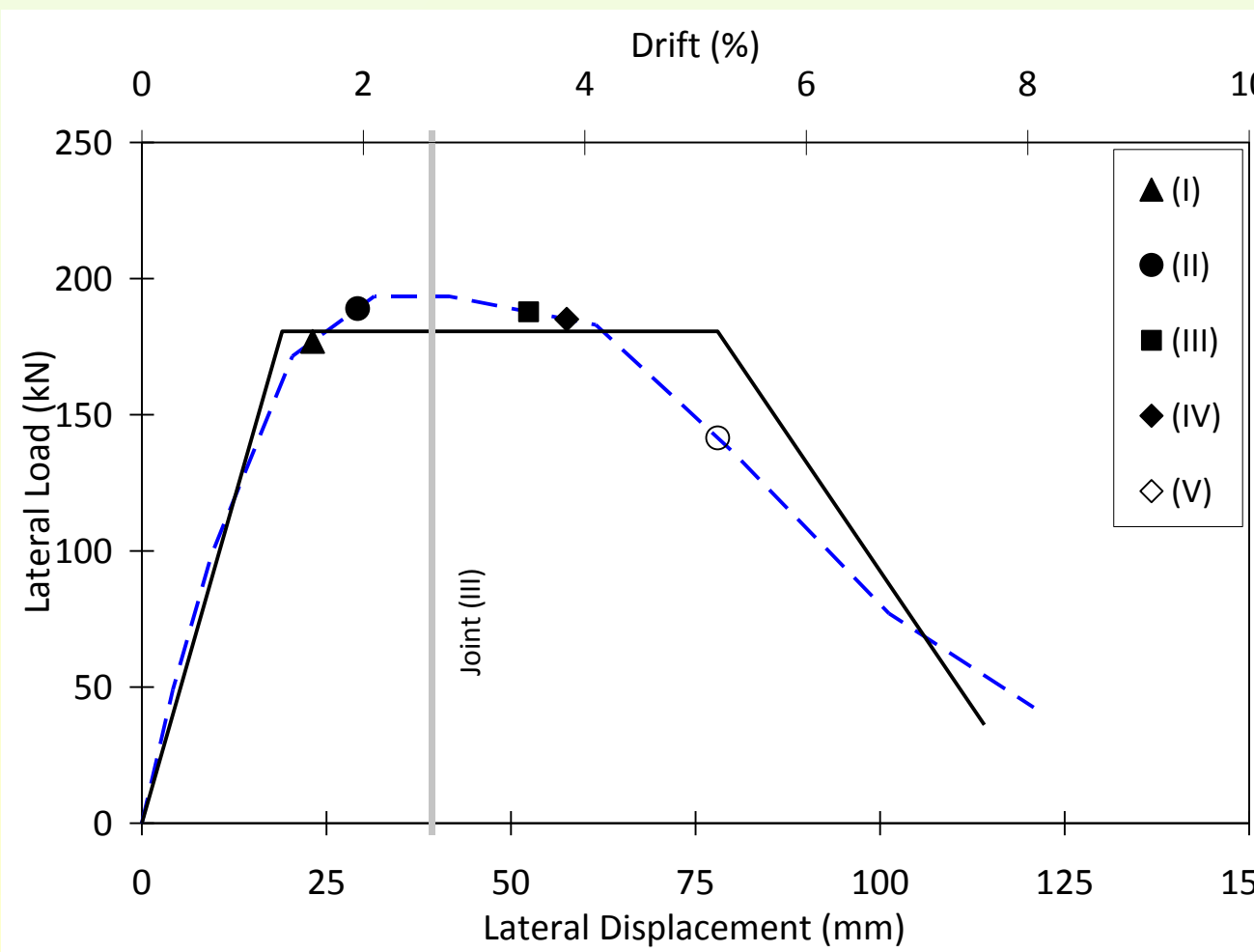
شکل گیری کامل مفصل پلاستیک خمشی در ستون و عدم خسارت در تیر سرستون (نمونه بهسازی شده A.3)



خسارت شدید در ناحیه اتصال و عدم توانایی تشکیل مفصل پلاستیک در ستون (نمونه چون ساخت A.1)



عکس یادگاری با همکاران



ارتقای سطوح عملکرد و بهبود شاخصها در منحنی پوش و منحنی ایده آل نمونه چون ساخت و مقاومسازی شده سری A