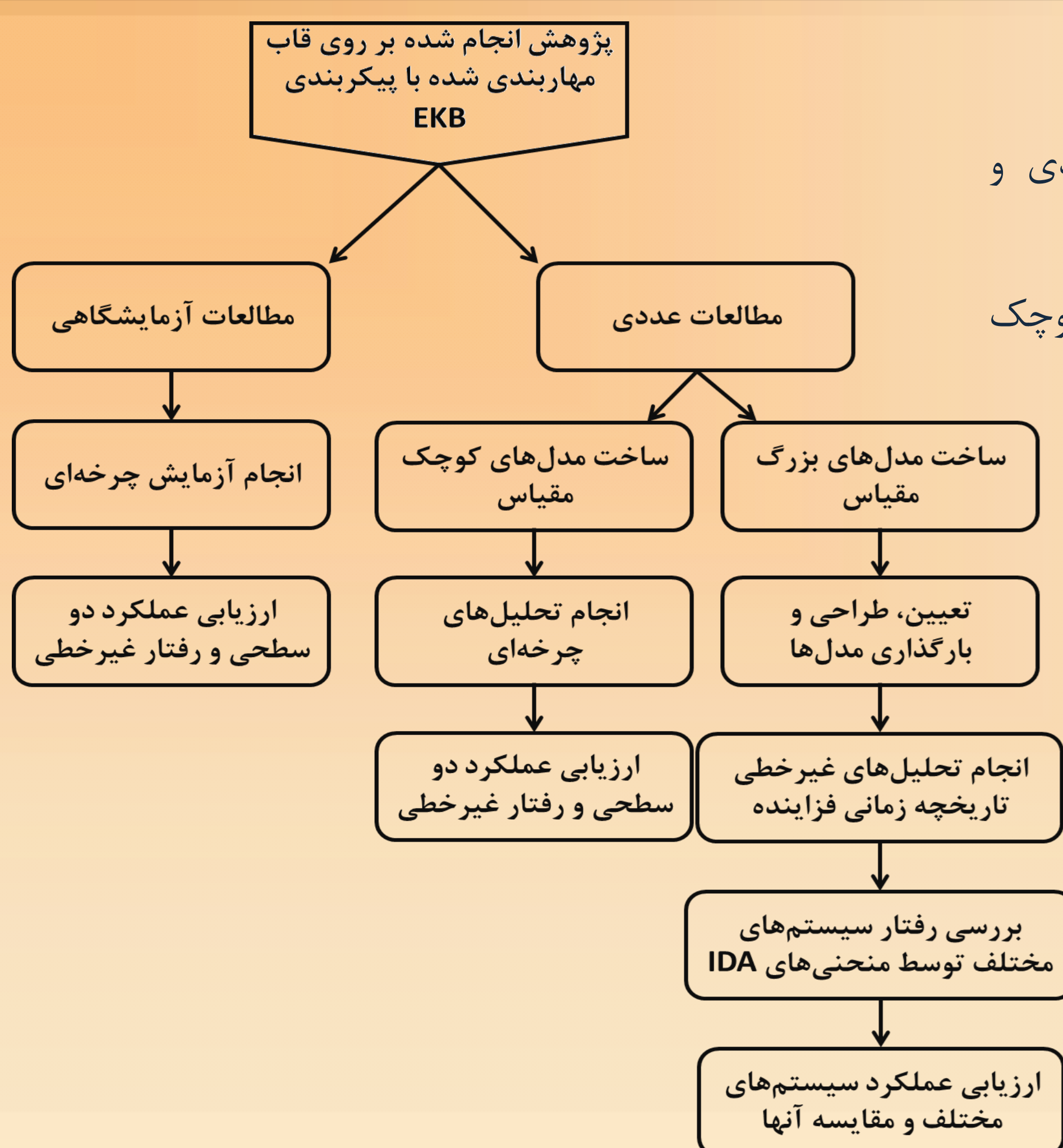


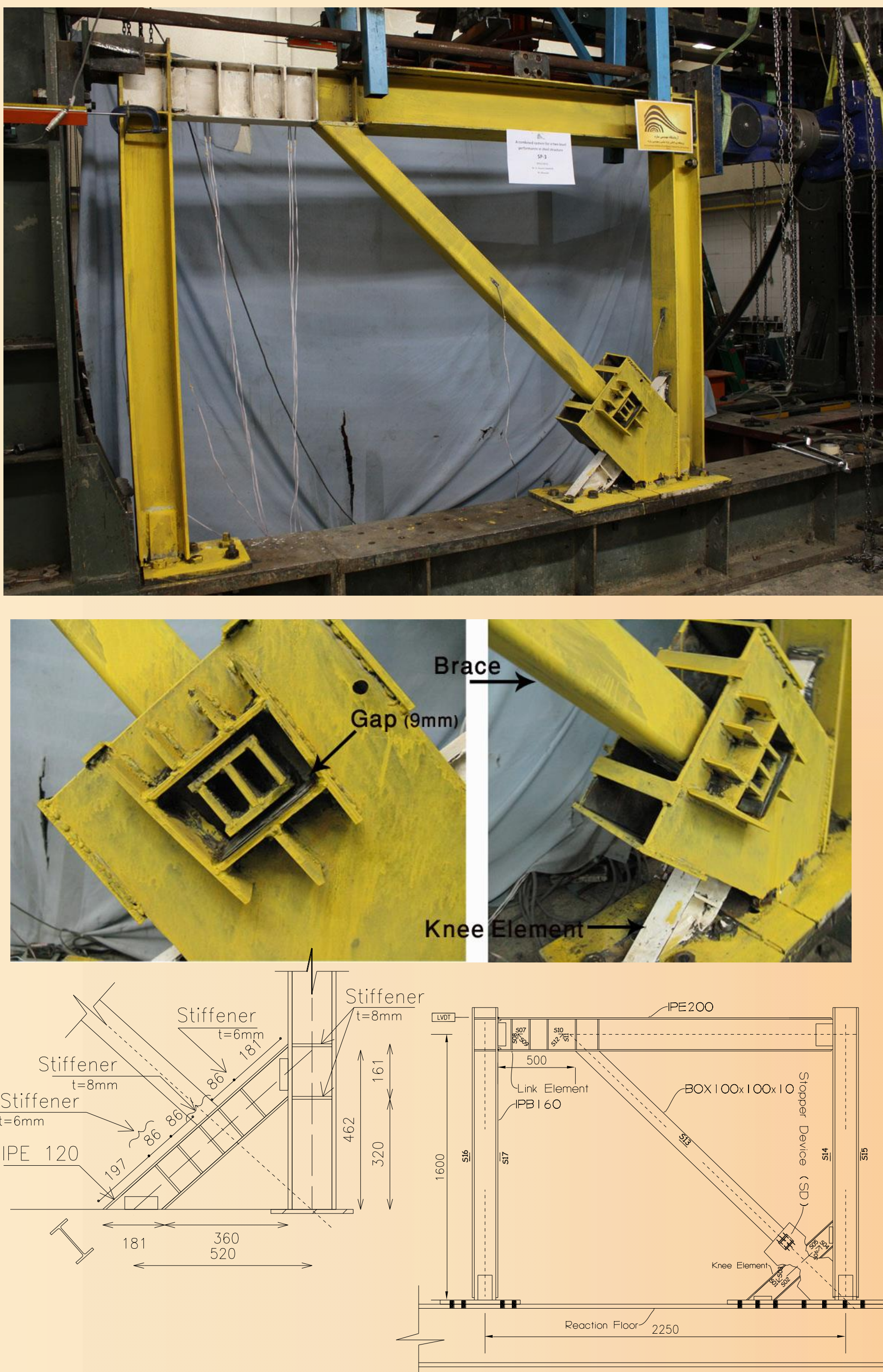
بهرخ حسینی هاشمی و مهدی علیرضایی - سال ۱۳۹۲

در فلوجارت روبرو روند انجام مطالعات عددی و آزمایشگاهی نشان داده شده است.

مطالعات عددی به دو بخش مدلسازی های کوچک مقیاس و بزرگ مقیاس تقسیم میشود.



جهت جلوگیری از سری شدن تیر پیوند و المان زانویی از قطعه نگهدارنده‌ای استفاده شد. این قطعه به شکلی در طرفین المان زانویی در نظر گرفته شده که مانعیتی برای حرکت المان زانویی ایجاد نکند. میزان فاصله رواداری برای حرکت قاب و برخورد آن به قطعه نگهدارنده، زائده‌ای بر روی مهاربند و المان نگهدارنده ایجاد شد تا با حرکت قاب بیشتر از میزان مجاز تعیین شده، فاصله رواداری در نظر گرفته شده کامل پر شده و امکان برخورد ایجاد شود. در نمونه‌های آزمایشگاهی طول این رواداری برابر ۹ میلیمتر در نظر گرفته شد. تعداد سخت کننده‌های جان المان زانویی برابر ۵ و تعداد این سخت کننده‌ها برای تیر پیوند ۳ عدد بصورت یکطرفه در کل عمق جان در نظر گرفته شد. ضخامت سخت کننده‌های استفاده شده برای تیر پیوند و زانویی برابر ۱۰ میلیمتر و عرض آنها برای تیر پیوند و المان زانویی به ترتیب برابر ۴۷ و ۳۰ میلیمتر در نظر گرفته شد. ضخامت جوش استفاده شده برای اتصال سخت کننده‌ها به بال و جان مقطع برابر ۵ میلیمتر در نظر گرفته شد.

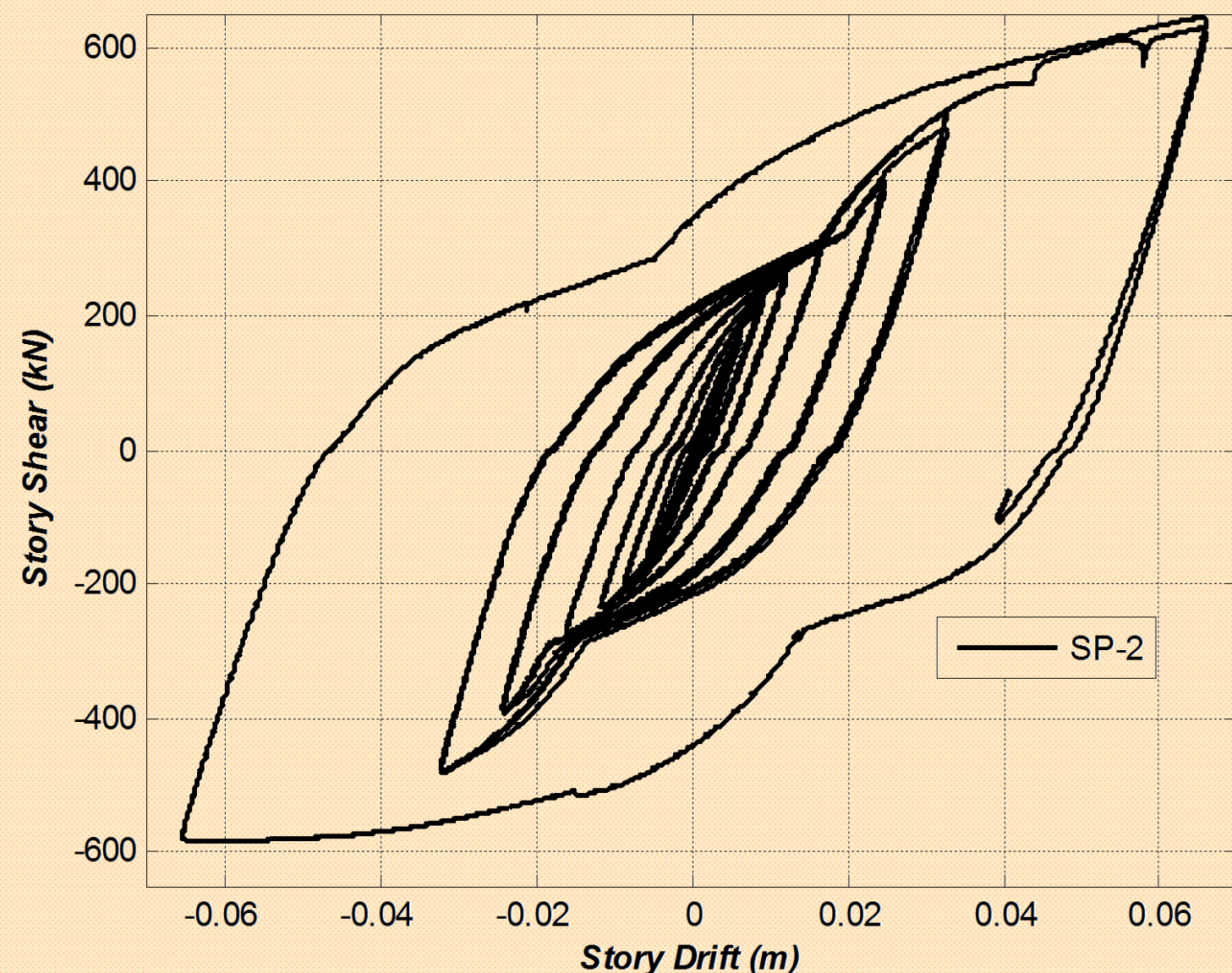


یکی از روش‌های کاهش پاسخ یک سازه تحت بارهای لرزهای، استفاده از المان‌های جذب کننده انرژی است. بطور کلی، در طراحی هر سازه‌ای بایستی دو شرط کلی اقلان شود. اول آنکه تحت زلزله‌های با قدرت کم و متوسط، سازه دارای مقاومت و سختی کافی جهت کنترل جابجایی طبقات، بدون هرگونه خسارتی را داشته باشد. دوم، تحت زلزله‌های شدید، سازه بایستی دارای شکل‌پذیری مناسبی، جهت پیشگیری از خرابی باشد. برای رسیدن به این هدف، صدمات سازه‌ای و غیر سازه‌ای مورد پذیرش قرار می‌گیرند. در این مطالعه، عملکرد یک پیکربندی ابتکاری از مهارندهای واگرا و زانویی که در این مطالعه (EKB) نامیده می‌شود برای مهاربندی جانبی قاب‌های فولادی ارائه و مورد بحث قرار خواهد گرفت.

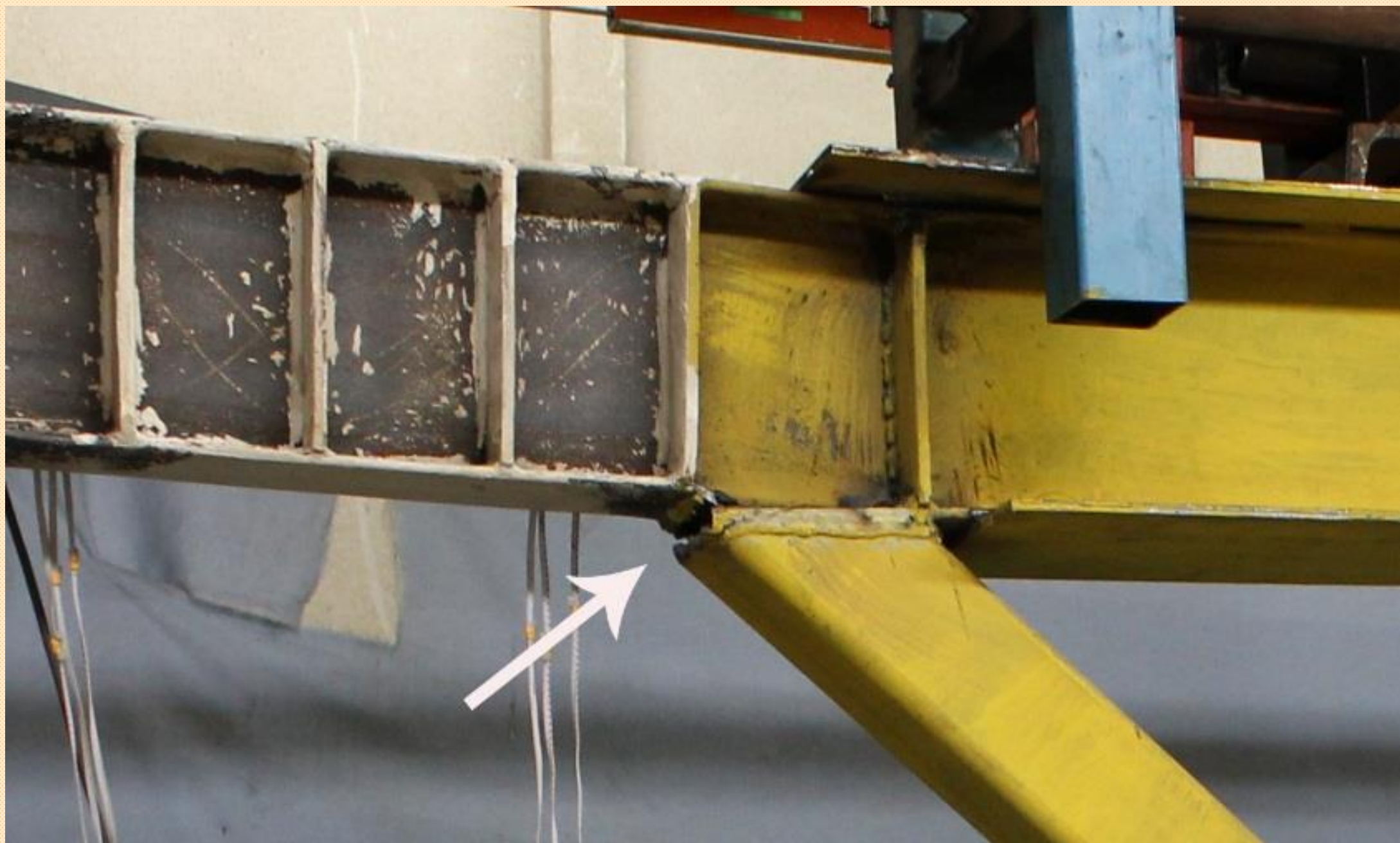
سیستم EKB از چهار جزء سازه‌ای شامل، المان زانویی، المان مهاربند قطری، المان تیر پیوند و ستون‌ها تشکیل شده است. المان زانویی و تیر پیوند نقش فیوزهای سازه‌ای را در این سیستم بر عهده دارند که به ترتیب تحت زلزله‌های متوسط و قوی انرژی ورودی را توسط جاری شدن خود در برش یا خمش تلف می‌کنند. از سویی دیگر المان مهاربند قطری در ناحیه ارتجاعی بوده و سختی سیستم را تامین می‌نماید. در صورتی که المان زانویی جاری شود، قابل تعویض می‌باشد. در زلزله‌های شدید هر دو فیوز در اتلاف انرژی مشارکت می‌کنند.

نتایج آزمایشگاهی نشان می‌دهند که میزان انرژی تلف شده تجمعی و مقاومت جانبی سیستم بهبود یافته است. مدل‌سازی کوچک مقیاس سیستم **EKB** با استفاده از نرم‌افزار **ANSYS** و روش المان محدود توسط تحلیل چرخه‌ای با هدف بررسی و ارزیابی رفتار لرزه‌ای این سیستم و مقایسه آن با سایر سیستم‌های متعارف مهاربندی فولادی انجام شد. همچنین نمونه‌های تحت بارگذاری استاتیکی غیرخطی قرار گرفتند. مطالعات عددی برای نمونه‌های کوچک مقیاس نشان داد، سختی و مقاومت سیستم در مقایسه با سایر سیستم‌های مهاربندی بهبود یافته است. همچنین با استفاده از تحلیل‌های تاریخچه زمانی غیرخطی فزاینده (**IDA**) ارزیابی ظرفیت لرزه‌ای سیستم **EKB** با استفاده از نرم‌افزار **OpenSEES** انجام شد. برای این منظور مدل‌های سازه‌ای ۸، ۴ و ۱۲ طبقه با کاربری مسکونی شامل قاب‌های **CBF**، **EBF**، **KBF** و **EKB** ساخته و با استفاده از تحلیل‌های **IDA** عملکرد لرزه‌ای آنها با استفاده از روش‌های احتمالاتی بر اساس عملکرد مورد بررسی قرار گرفتند.

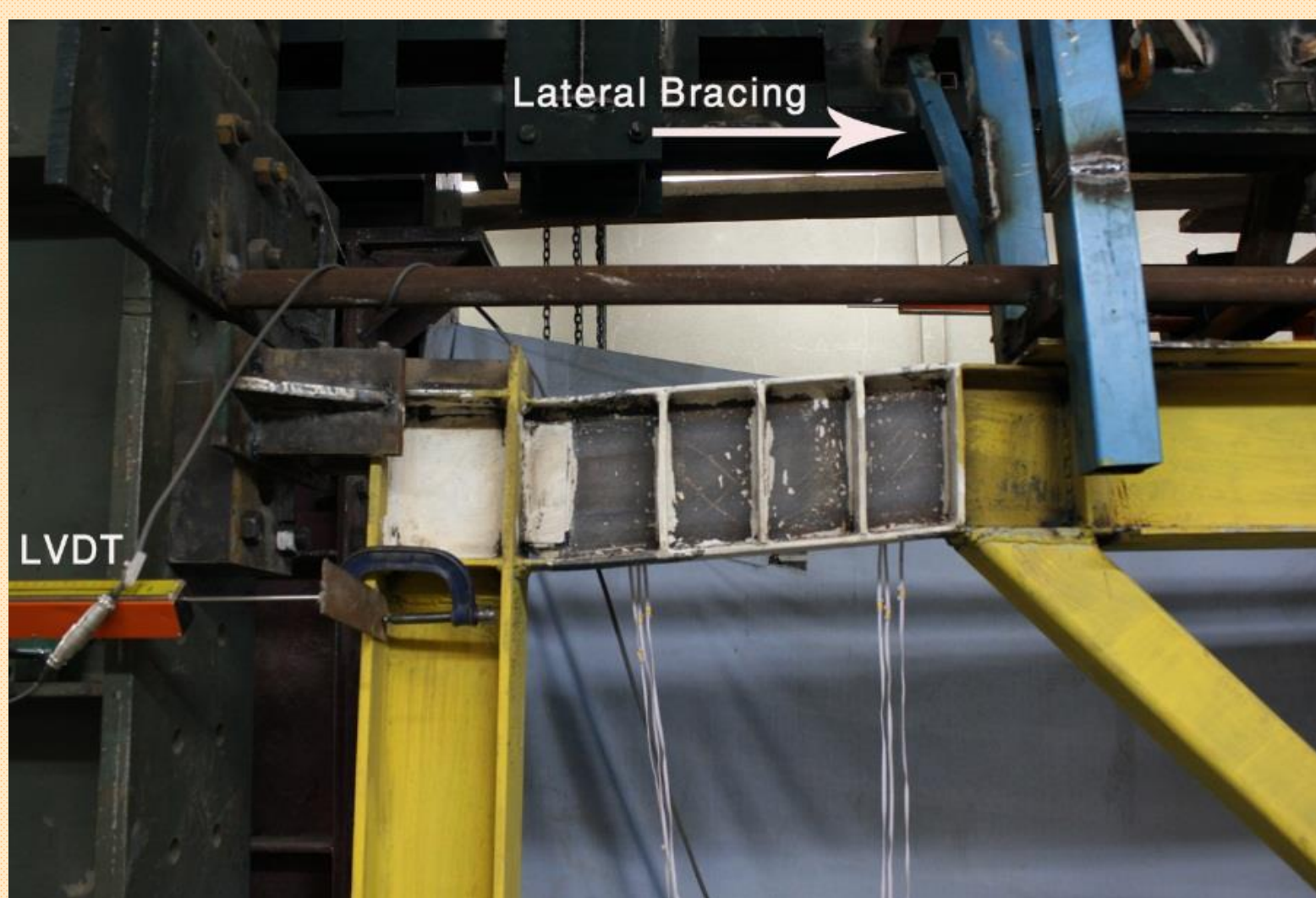
نمونه آزمایشگاهی مطابق با پروپزال پیشنهادی طرح پژوهشی در نظر گرفته و ساخته شدند. قاب‌ها در مقیاس یک دوم، راجی و ساخته شدند. برای مقاطع تیرها و المان زانویی از پروفیل‌های استاندارد **IPE** و برای مهاربند، از مقطع باکس (با ق و جان برابر) و همچنین برای ستون‌ها از مقطع استاندارد **IPB** استفاده شد. نوع فولاد بکار رفته در ساخت قاب‌ها، از **ST37** بود. برای اطمینان از جاری شدن، برشی تیر پیوند و المان زانویی، طول المان‌های زانویی و تیر پیوند در تمام نمونه‌ها به کمتر از $1.6M_p/V_p$ آنها محدود شد. همچنین بقیه اجزای قاب، جهت ماندن در حوزه ارتجاعی، با توجه به فیت تیر پیوند و المان زانویی طراحی شدند. المان زانویی برای رانش نسبی ۱٪ قاب و تیر پیوند برای رانش نسبی ۲٪ راجی شدند در فلوچارت روبرو روند انجام مطالعات عددی و آزمایشگاهی نشان داده شده است.



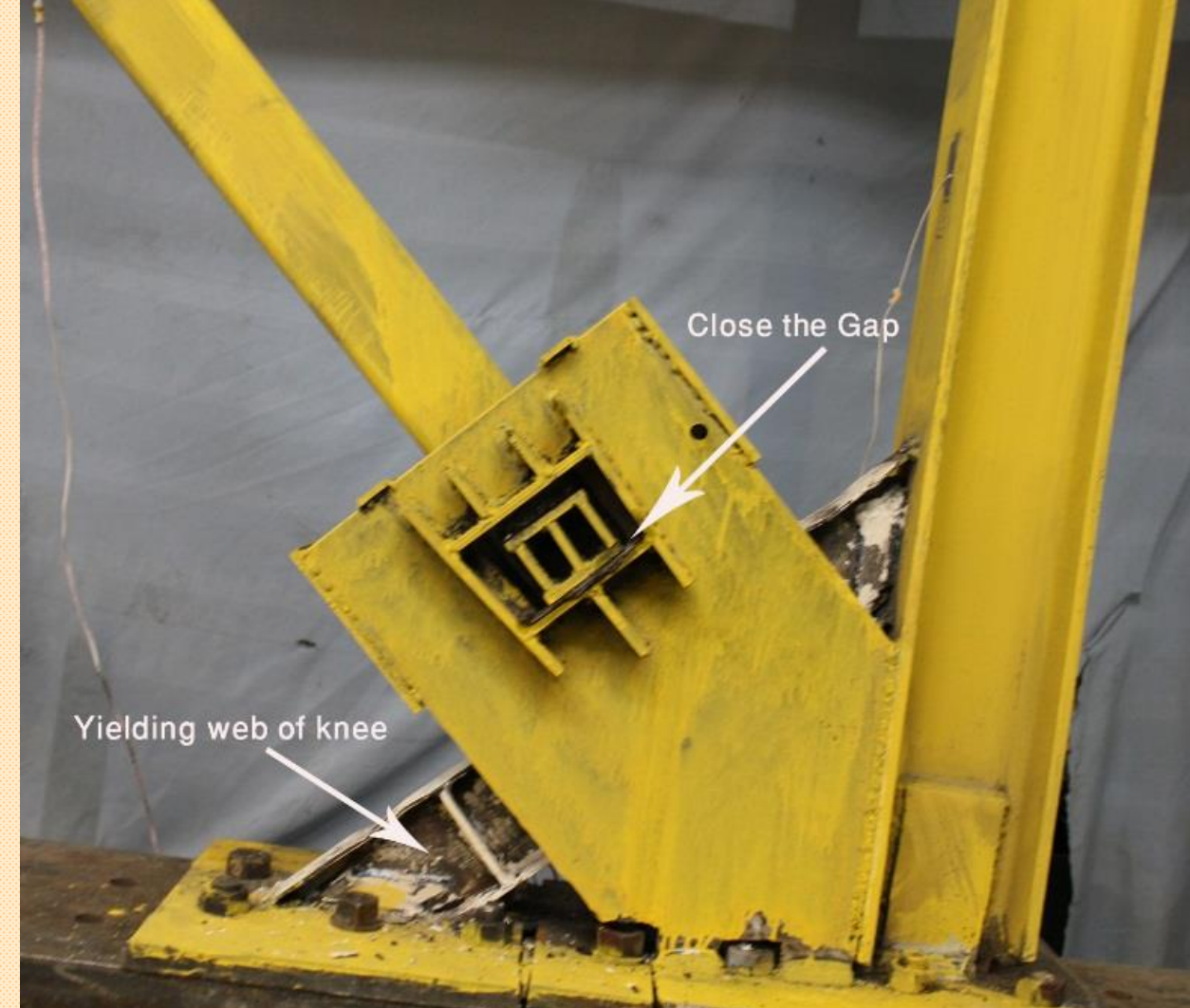
پاسخ چرخه‌ای برش پایه در برابر جابجایی بام برای نمونه شماره دو و یک به ترتیب از راست به چپ



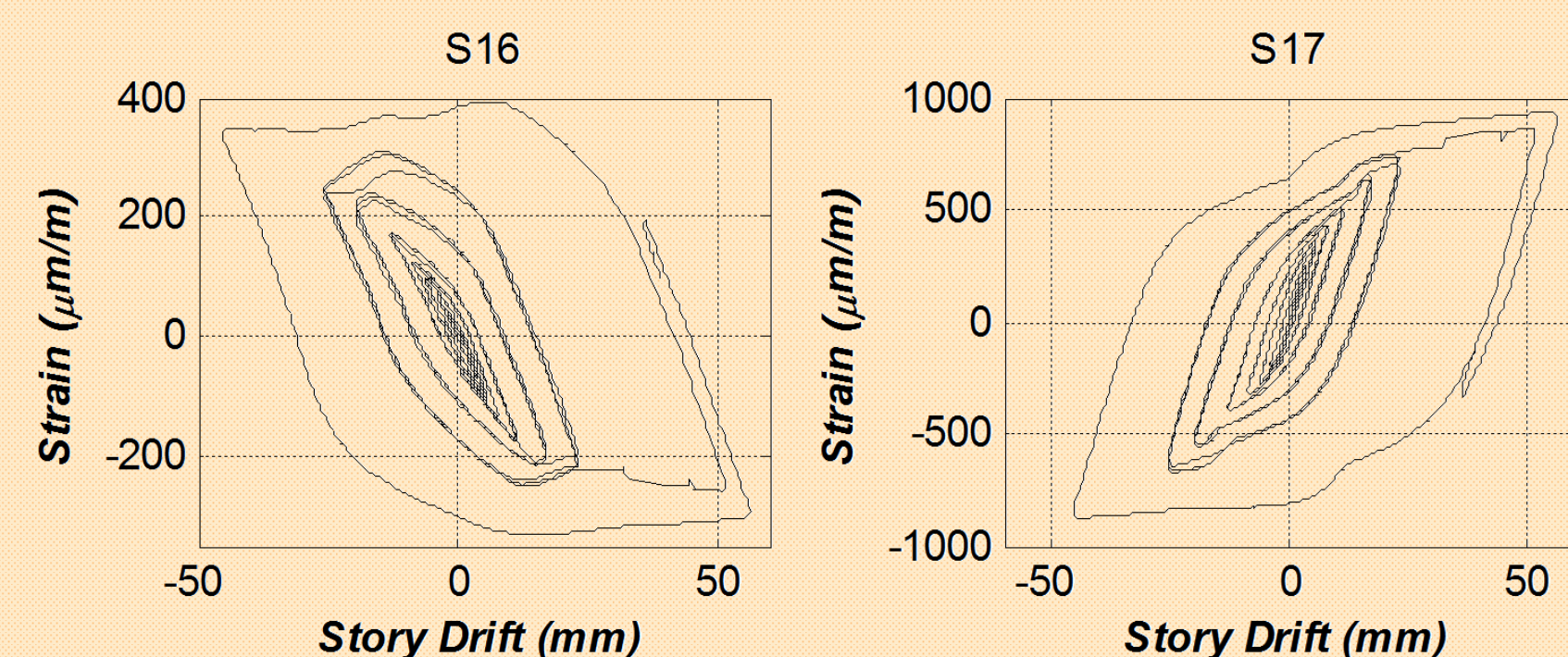
برای نمونه شماره دو، خرابی تردی در محل اتصال مهاربند به تیر پیوند و در جابجایی منفی سیکل نوزدهم (سیکل پایانی) ایجاد شد که این مورد باعث توقف روند بارگذاری گردید.



تغییر شکل برشی تیر پیوند برای نمونه شماره دو در انتهای سیکل نوزدهم بارگذاری



تغییر شکل قطعه نگهدارنده و جاری شدن جان زانویی برای نمونه شماره دو در سیکل نوزده



S16 نمودار کرنش در برابر جابجایی قاب در کرنش سنج
و S17 برای نمونه شماره دو، در بال ستون سمت چپ



روبرو تغییر شکل
EKB را در
بارگذاری
نشان می‌دهد.
ر که دیده
د تیر پیوند و
زانویی در برش
شده‌اند.