unesco
Category 2 Centre under the auspices of UNESCO
RCECWA
Regional Education and Research Center on Earthquake Risk Management and Resilience for West and Central Asia
International Institute of Earthquake Engineering and Seismology

رفتار لرزه‌ای و ظرفیت تیر همبند فولادی در دیوار برشی بتن مسلح بر مبنای جزئیات پیشنهادی اتصال

عبدالرضا سروقدمقدم، عباسعلی تسنیمی
دانشیار پژوهشکده مهندسی سازه moghadam@iiees.ac.ir
استاد پژوهشکده مهندسی سازه tasnimi@iiees.ac.ir

محمدعلی نحوی‌نیا

امروزه سامانه دیوارهای همبند بتنی، گزینه‌ای مؤثر و مناسب برای ساختمانهای متوسط تا بلندمرتبه در مناطق با لرزه‌خیزی زیاد محسوب می‌شود. سختی مناسب، مقاومت کافی، کاهش لنگر داخلی دیوارهای همبند و جذب انرژی از طریق تشکیل مفاصل خمیری در تیرهای همبند در کل ارتفاع ساختمان، مزیت اصلی این سامانه به شمار می‌رود. تیر همبند فولادی به دلیل قدرت جذب انرژی زیاد، شکل‌پذیری بیشتر و عدم محدودیت هندسی در خصوص عمق آن نسبت به تیر همبند بتنی موجب شده است که کاربرد آن در سامانه دیوارهای همبند افزایش یابد. استفاده از این گزینه به‌رغم مزایای آن، دارای محدودیت‌هایی نیز هست. ایجاد شکاف و ترک در وجه اتصال موجب کاهش سختی اتصال و در نتیجه کاهش درجه همبستگی دیوارهای همبند می‌شود. در موارد عملی معمولاً طول مدفون مورد نیاز تیر همبند فولادی در دیوار برشی زیاد بوده که این موضوع محدودیت‌هایی در دیوار ایجاد می‌کند؛ به ویژه زمانی که در ناحیه اتصال آرماتورگذاری عرضی ویژه المان مرزی نیاز باشد. گلمیخ‌های فولادی به‌طور رایج در اعضا مرکب به‌عنوان اتصال‌دهنده بتن و فولاد مورد استفاده قرار می‌گیرند، لیکن عملکرد این گلمیخ‌ها در اتصال تیر همبند به درستی شناسایی نشده است.

در این تحقیق، اتصال تیر همبند فولادی به دیوار برشی با جزییات اتصال گلمیخ به طور آزمایشگاهی و عددی مورد بررسی قرارگرفته است. نتایج نشان داده است که گلمیخ‌های فولادی بیش از آن‌که تحت تأثیر نیروی محوری باشند، تحت تأثیر نیروی برشی و خمشی قرار می‌گیرند. علاوه بر این، عملکرد گلمیخ‌ها در اتصال، موجب تقویت ظرفیت خمشی (انتقال نیروی خمشی به اتصال) تا ۵۰ درصد و در برش تا ۲۵ درصد شده است. نتایج این تحقیق نشان داده است که نمونه‌ای که دارای آرماتورگذاری عرضی ویژه در ناحیه اتصال بوده است خرابی بسیار محدودی در ناحیه اتصال داشته است. لذا پیشنهاد شده است که حداقل در ناحیه اتصال، آرماتورگذاری عرضی متوسط استفاده شود.

در نمونه‌های با گلمیخ، الگوی مشابهی از خسارت و خرابی به صورت شکست اهرمی بتن شناسایی شده است که در مطالعات عددی نیز تأیید شده است. بر اساس این الگوی خرابی، مکانیزم انتقال بار در اتصال توسعه داده شده و بر اساس آن یک مدل تحلیلی برای لحاظ نمودن اثر گروه گلمیخ در ظرفیت برشی اتصال نیز پیشنهاد شده است. این مدل سازگاری مناسبی با نتایج آزمایشگاهی در این گزارش و همچنین نمونه‌های آزمایشگاهی پیشین داشته است. این مدل نشان داده است که می‌توان با در نظر گرفتن اثر گلمیخ‌ها در اتصال تا ۳۰ درصد از طول مدفون مورد نیاز تیر در اتصال کاست.

Seismic Behavior and Mechanism of Load Transfer in the Connection of Studded Steel Coupling Beam to RC Shear Walls

Abdolreza Sarvghad Moghadam, Abbasali Tasnimi
Associate Professor, Structural Engineering Research Center
moghadam@iiees.ac.ir
Professor, Structural Engineering Research Center
tasnimi@iiees.ac.ir

Mohamadali Nahviniya

Nowadays, the concrete coupled walls are effective lateral resistance system for medium to the high-rise buildings in seismic prone areas. The proper stiffness, resistance and reducing the moment of individual walls are among the interesting features of this system. Great energy absorption through hinges over total height of building is the main advantage of this system. Steel coupling beam (SCB) has higher energy absorption and less limits regarding the depth of section comparing with reinforced concrete coupling beam. Despite the benefits of SCB, usage of this option has limitations as well. Gaps and cracks in the face of connection reduces the stiffness of the system and thus reducing the coupling ratio. Damages in the connection due to cycle loading usually has been severe as reported by previous studies. On the other hand, in practical cases, required embedment length of SCB into the walls is long which makes constructional challenges especially when special boundary reinforcement is needed.

Steel studs are commonly used in composite members to transfer load between steel and concrete. However, the performance of studs in the connection of the coupling beam is not properly understood. In this research, performance of studs is investigated through experimental and numerical methods. The results indicate that studs tolerate shear and bending forces rather than axial loads. On the other hand, studs function in the connection increases the capacity of bending moment of the connection rather than shear. Based on damage observation, a concrete pry-out failure in the connection was detected. Regarding this failure, a mechanism of load transfer is added and a model is proposed in order to predict the strength of the connection considering the function of the studs.

Generally, two methods for cycle loading are used to simulate seismic loads on coupling beams. The first method is half assemble (half length of the coupling beam and one of the coupled walls) and the second method includes both coupled walls and full-length of coupling beam called total assemble. The latter method has more conformation to the real boundary conditions of coupled walls. A numerical study shows that half assemble method has conservative results in comparison with the results of the total assemble

method, particularly when it comes to the deformation capacity and ductility.

Keywords: Coupled walls, Steel coupling beam, Cyclic loading, Seismic resistance system, Headed studs

همچنین مطالعه عددی در این تحقیق نشان می‌دهد که نتایج سامانه نیمه در مقایسه با نتایج روش سامانه کامل پاسخ‌های محافظه‌کارانه‌تری داشته‌اند، به ویژه در میزان ظرفیت دورانی و شکل‌پذیری این موضوع چشم‌گیرتر بوده است.

واژه‌های کلیدی: دیوارهای همبند، تیر همبند فولادی، بارگذاری چرخه‌ای، سامانه لرزه‌بر، اتصالات گلمیخ