

## رفتار لرزه ای پلهای خاکی – فولادی

حدیث محمدمرادی

دانشجوی دکترا، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران

[h.mohammadmoradi@iiees.ac.ir](mailto:h.mohammadmoradi@iiees.ac.ir)

اکبر وائقی

استادیار، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران

[vasseghi@iiees.ac.ir](mailto:vasseghi@iiees.ac.ir)

**کلید واژه‌ها:** پلهای خاکی – فولادی، مدل اجزاء محدود، آنالیز استاتیکی پوش اوور، اندرکنش خاک و سازه

### چکیده

پل خاکی – فولادی سازه ای است که از ورق فولادی موجدار و خاک تحکیم یافته تشکیل می شود تا از اندرکنش این دو جزء (خاک و ورق فولادی) استفاده بهینه نمود. ورق های فولادی موجدار در سایت به شکل دایره ای، بیضی، قوسی و ... مونتاژ می شوند و خاک بکار گرفته شده در خاکریز این پل ها خاک دانه ای می باشد. سرعت اجرا و هزینه اجرای پایین در این سازه ها باعث شده است از این پلها به عنوان یک گزینه مناسب در پلهای متعارف استفاده شود. پلهای با دهانه نسبتاً بزرگ، تا ۲۰ متر، در سالهای اخیر ساخته شده است. با وجود هزینه پایین و اجرای آسان این پلها، آنالیز عددی این پلها نسبتاً دشوار است. اگرچه عمر پیدایش این پل ها به چند دهه می رسد طراحی آنها اغلب با تکیه بر دانش تجربی به همراه آنالیز اولیه با ساده سازی های نسبتاً زیاد صورت می پذیرد. طراحی سازه ای این پلها مرتبط با طراحی خاک، ورق فولادی و همچنین در نظر گرفتن اندرکنش آنها است. مطالعات عددی و تجربی متعددی برای ارزیابی رفتار پلهای خاکی – فولادی تحت بارهای بهره برداری انجام شده است. اما هیچ گونه مطالعه جامعی در خصوص رفتار لرزه ای این پلها صورت نگرفته است. Abdel Sayed اذعان دارد که: "به نظر می رسد در نظر گرفتن پاسخ لرزه ای خاکریز معادل به جای سازه خاکی فولادی فرض صحیحی باشد". بنابراین توصیه می شود ملاحظات مشابه طراحی لرزه ای خاکریزها، برای پل های خاکی – فولادی در نظر گرفته شود. در این مقاله رفتار لرزه ای پل خاکی – فولادی قوسی شکل به روش اجزاء محدود بررسی شده است. برای این کار پل خاکی – فولادی مورد مطالعه در نرم افزار ABAQUS، بصورت دو بعدی مدل شده و سازه تحت بار استاتیکی پوش اوور آنالیز شده است.

### مقدمه

سازه های خاکی – فولادی، سازه هایی هستند که شامل دو جزء اصلی فولاد و خاک می باشند. جزء فولادی به صورت صفحات موجدار می باشد که معمولاً به شکل حلقه و به عنوان اسکلت سازه عمل می نماید. اندرکنش خاک و فولاد باعث پایداری و توزیع مناسب بارها در اطراف حلقه فولادی می گردد. در این سازه ها، جزء خاکی نقش عمده ای در باربری داشته و حلقه های فولادی باعث توزیع مناسب بارهای وارده به صورت شعاعی می گردد. تحت بارگذاری، حلقه فولادی تمایل به تغییر شکل در جهت عرضی دارد لذا نیروهای جانبی خاک فعال شده و باعث جلوگیری از تغییر شکل حلقه فولادی می گردد. در نتیجه مجموعه در برابر بارهای قائم مقاومت می نماید. سازه های خاکی – فولادی به دلیل تنوع شکل و ابعاد دارای کاربردهای زیادی در پروژه های عمرانی هستند. اغلب شکل نعل اسبی این سازه ها برای زیرگذرهای راه آهن و شکل قوسی خوابیده و جعبه ای آن برای تقاطعات غیر همسطح راه و راه آهن (زیرگذر راه آهن) به کار می روند. در شکل ۱ نمونه ای از این پلها ملاحظه می شود. علت شکل گیری صفحات فولادی موجدار به دلیل افزایش سطح مقطع صفحات و افزایش ممان اینرسی به دلیل فاصله تا تار خنثی در یک طول محدود و کاهش تنش ها می باشد.

