کاربرد نظریه خمیری در محاسبه ظرفیت پوسته شمع های درجا ریز در خاک های دانه ای

علی لشکری

استادیار دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه صنعتی شیراز

آدرس پست الکترونیکی مولف رابط (lashkari_ali@hamyar.net)

خلاصه

ظرفیت پوسته شمع های بتنی درجا ریز تابع رفتار فصل مشترک خاک دانه ای و پوسته شمع می باشد و با توسعه مدل های رفتاری برای فصل مشترک خاک-پوسته شمع می توان توانایی پیش بینی ظرفیت پوسته شمع ها را بهبود بخشید. در این مقاله، یک مدل رفتاری پیشرفته برای فصل مشترک خاک های دانه ای-پوسته شمع ارائه می شود. مدل پیشنهادی به عنوان مکانیزم انتقال بار در قالب روش قطعه برای پیش بینی چگونگی بسیج ظرفیت پوسته شمع های درجا ریز به کار برده می شود. نشان داده می شود که روش پیشنهادی توانایی در نظر گرفتن آثار حالت ، زبری و سختی اعمال شده به فصل مشترک خاک-پوسته شمع را داراست و پیش بینی های آن از دقت قابل ملاحظه برخوردار می باشند.

کلمات کلیدی: شمع بتنی درجا ریز، ظرفیت پوسته، مدل رفتاری، فصل مشترک خاک-پوسته شمع، روش قطعه، اتساع

۱. مقدمه

زمانی که ظرفیت باربری پی های سطحی برای انتقال بارهای روسازه به توده خاک ناکافی باشد، گزینه استفاده از پی های شمعی مطرح می گردد. شمع ها بر اساس شاخص هایی مانند چگونگی عملیات اجرایی، جنس مصالح سازنده و شکل مقطع طبقه بندی می گردند. از دیدگاه چگونگی عملیات اجرایی، شمعها به دو دسته درجا ریز و کوبیده شده دسته بندی می گردند.کاربرد شمع های کوبیدنی از مناسب ترین و جا افتاده ترین روش ها در عملیات اجرایی سازه های دریایی مانند شالوده اسکله ها می باشند. در مقابل، در محیط های شهری به لحاظ محدودیتهای اجرایی ناشی از لرزش و نیز آلودگی های صوتی عملیات شمع کوبی، شمعهای بتنی درجا ریز به عنوان یک گزینه مناسب و نیز اقتصادی مطرح می باشند.

در روند طراحی مرسوم، باربری شمع ها تحت بار محوری برابر حاصل جمع مقاومت های بسیج شده در پوسته و نوک شمع دانسته می شود. بر خلاف ظرفیت نوک، ظرفیت پوسته شمع های اجرا شده در خاک های دانه ای بر اساس مقاومت اصطکاکی بسیج شده در فصل مشترک (interface) خاک-پوسته شمع و در جابجایی های محوری کوچک تامین می گرد. تخمین محاسباتی ظرفیت پوسته معمولاً بر اساس روابطی صورت می پذیرد که پیشینه آنها بر اساس ملاحظات تجربی است. اخیراً Krabbenhoft et al. [1] ظرفیت پوسته چند مدل شمع اجرا شده در خاکهای دانه ای را اندازه گیری و با پیش بینی چند روش معتبر مورد پذیرش در آیین نامه های آمریکایی و اروپایی مقایسه نمودند. مطابق مطالعه مذکور، تخمین های به دست آمده از روشهای معتبر طراحی، دامنه نسبتاً وسیعی از مقادیر را پوشش می دهند و بطور نسبی بهترین پیش بینی ها از رویکرد Fleming et al. [2] به دست می آید. مطابق این روش، مقاومت بسیج شده بر واحد سطح پوسته شمع از رابطه زیر به دست می آید:

$$f_s = \sigma_n \tan\delta = (\sigma_{n0} + \Delta\sigma_n)\tan\delta = K_\ell\, \sigma_{v0} \tan\delta \qquad (1)$$

در رابطه بالا f_s مقاومت برشی بسیج شده در واحد سطح پوسته، σ_n مقدار کنونی تنش نرمال بر پوسته، σ_{n0} مقدار ابتدایی تنش نرمال بر پوسته پیش از اعمال بارگذاری محوری و $\Delta\sigma_{n0}$ تغییر مقدار تنش نرمال بر شمع با اعمال بار می باشد. δ زاویه اصطکاک بسیج شده در فصل مشترک خاک-پوسته شمع، σ_{v0} تنش قائم در توده خاک در عمق مورد نظر و $K_\ell = \sigma_n/\sigma_{v0}$ ضریب فشار جانبی خاک می باشد. مطابق نظر Kulhawy [3]، ضریب فشار جانبی خاک بغرنج ترین پارامتر رابطه (۱) می باشد. تحلیل های برگشتی انجام شده توسط محققین مختلف نشان می دهند که مقدار این ضریب بسته به شرایط فیزیکی محیط که زاویه اصطکاک داخلی توده خاک، تراز تنش و تراکم خاک را شامل می گردد، بازه وسیع ۰/۱ تا ۵/۰ را پوشش می دهد. اخیراً، با انجام یک مطالعه تحلیلی اجزای محدود، Loukidis & Salgado [4] رابطه زیر را برای ضریب فشار جانبی خاک برای شمع های درجا ریز اجرا شده در خاکهای دانه ای پیشنهاد نمودند:

$$K_r = \frac{C\,K_0}{\exp[0.2\sqrt{K_0 - 0.4}]} \exp\left[\frac{D_r}{100}\left(1.3 - 0.2\ln\left(\frac{\sigma_{v0}}{p_{ref}}\right)\right)\right] \qquad (2)$$