Archive of SID

تاثیراندرکنش خاک وسازه درساختمانهای بلندمرتبه ی بتن آرمه ای باهسته مقاوم داخلی سیستم لوله درلوله وبادرنظرگرفتن تحلیل دینامیکی غیرخطی

آرمین رزاقی
گروه مهندسی عمران، واحدارومیه، دانشگاه آزاداسلامی، ارومیه، ایران
اشکان خدابنده‌لو*
گروه مهندسی عمران، واحدارومیه، دانشگاه آزاداسلامی، ارومیه، ایران
*a.Khodabandehlou@iaurmia.ac.ir
تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۰۹ تاریخ پذیرش نهایی: ۹۹/۰۸/۲۵

چکیده

دراین پژوهش۳ قاب ساختمانی بلند مرتبه‌ی سه بعدی بتن آرمه۲۸ طبقه،درهردوامتدادX,Y با سیستم سازه‌ای لوله در لوله، باهسته مقاوم داخلیH شکل، درپهنه باخطرنسبی زیاد(A=۰/۳g) که هریک از قابها با تعداد و طول دهانه ثابت، ارتفاع و نوع خاک متفاوت(I,III)، یک بار بدون تاثیر اندرکنش و بار دیگر با تاثیر اندرکنش خاک – سازه در نظرگرفته و تحلیل می‌شود. هدف از پژوهش حاضر تعیین حداکثرتغییرمکان جانبی طبقات قاب‌هاتحت بارهای ثقلی(مرده، زنده)و بار جانبی زلزله می‌باشد. جهت تحلیل قابها با تاثیر اندرکنش خاک– سازه از روش زیرسازه بافرض صلبیت پی، جهت مدلسازی خاک زیرفوندانسیون از مدل مخروط میک، ولف در پی سازه و جهت تعیین ضریب سختی دینامیکی فنرو ضریب میرایی ازمدل گسسته بر مبنای مدل مخروطی پی مدفون درنیم فضای همگن استفاده می‌شود.جهت تحلیل بار زلزله در مدل‌های مورد بررسی ازتحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی غیرخطی تحت هفت شتاب نگاشت استفاده و مدلسازی هندسی کلیه قاب‌ها همراه با دیوار برشی در نرم‌افزارSAP2000-V17 انجام شده است. نتایج حاکی از آن است، با افزایش ارتفاع طبقات مدل۱نسبت به۳، حداکثر تغییرمکان جانبی طبقات بر روی خاک نوع I در امتداد X افزایش ناچیز و در امتداد Y افزایش قابل توجه، درمدل۲ نسبت به۱با تغییر نوع تیپ خاک، حداکثر تغییرمکان جانبی طبقات بدون و با اندرکنش خاک- سازه در هر دو امتداد افزایش چشمگیرمی‌باشد.

کلید واژگان: اندرکنش، لوله درلوله، تغییرمکان، مدل گسسته، تاریخچه زمانی

www.SID.ir

Archive of SID

۱-مقدمه

باگسترش تکنولوژی و شهرنشینی، پروژه‌های گسترده و وسیعی طراحی واجرا می‌شوند. با گذشت زمان مقیاس و اندازه این پروژه‌ها افزایش می‌یابد و در این شرایط با توجه به عوامل در نظر گرفته نشده، ضریب اطمینان طراحی و به طبع آن قیمت تمام شده پروژه افزایش می‌یابد. یکی از این عوامل، اندرکنش خاک – سازه است[۱].اندرکنش خاک- سازه مساله بسیار مهمی خصوصا برای سازه‌های سنگین و سخت که بر زمینهای انعطاف‌پذیر ساخته شده‌اند. این مساله پاسخ‌های سازه را تا حد قابل توجه تغییر می‌دهد. بنابراین تاثیرات این اندرکنش باید در پاسخ‌های دینامیکی سازه در نظر گرفته شود[۲]. اندرکنش خاک- سازه باعث افزایش پریود سازه، افزایش سهم مدگهواره‌ای نسبت به پاسخ کل و معمولاً باعث کاهش برش پایه می‌شود[۱].

تاثیراتی که اندرکنش خاک – سازه ایجاد می‌کند به دو اثر اندرکنش سینماتیکی (حرکت ورودی پی) و اینرسی تقسیم‌بندی می‌شوند. هنگامی که جرم پی و سازه درنظرگرفته نشود، به دلیل صلبیت پی سازه نسبت به خاک و عدم قابلیت تطابق خاک باحرکت میدان آزاد، پی سازه میانگینی از حرکت میدان آزاد خاک را تجربه می‌کند که به این حرکت تغییریافته، تحریک ورودی پی می‌گویند. اندرکنش اینرسی با وجود جرم سازه و پی، ارتعاش سازه و نیروی اینرسی ناشی ازآن باعث ایجاد حرکت جدیدی در پی خواهد شد که این اثر را اندرکنش اینرسی می‌نامند[۳]. در این پژوهش اثر اندرکنش اینرسی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

هر سازه بلند رفتاری شبیه به طره‌ای عمودی تحت بارهای جانبی از خود نشان می‌دهد که به یقین ارزیابی پاسخ سازه نسبت به بارهای جانبی بسیار مشکل‌تر از تعیین پاسخ سازه نسبت به بارهای قائم آن است. سعی بر مقاوم‌سازی ساختمان بلند مرتبه در مقابل بارهای اعمالی (گرانشی، جانبی) منجر به ابداع، ساختارهای سازه‌ای گوناگون از جمله سیستم سازه‌ای لوله در لوله می‌باشد [۴]. سیستم سازه‌ای لوله درلوله تشکیل شده از یک لوله خارجی و یک لوله داخلی(هسته) به یکدیگر متصل شده‌اند. ۳ عامل کاهش لنگی برشی، همکاری بیشترستون‌های داخلی برای تحمل نیروی جانبی و سختی جانبی مناسب، از خصوصیات استفاده از سازه‌های لوله در لوله است[۵]. شایان ذکر است مکانیسم اندرکنش لوله داخلی و خارجی مشابه با اندرکنش دیواربرشی- قاب خمشی است[۴].

۲-مروری بر تحقیقات گذشته

منشاء اصلی اندرکنش خاک- سازه به اواخر قرن نوزدهم میلادی برمی‌گردد، که به تدریج در نیمه قرن بیستم تکامل یافته و در نیمه دوم به سرعت پیشرفت کرده است[6]. تا کنون مطالعات گسترده‌ای در مورد رفتار سیستمهای خاک – سازه در هنگام وقوع زلزله و اثرات اندرکنش خاک–سازه انجام گرفته است. به نظر می‌رسد که این مطالعات از سال۱۹۷۰– ۱۹۶۹سرعتی جهشی نسبت به سال‌های قبل از آن به خودگرفته است[۷].

در مورد مدل مخروط می‌توان بیان نمود، این مدل اولین بار توسط Ehlers در سال ۱۹۴۲ برای حرکت انتقالی بیان شد[۸].

Meek and Veletsos در سال۱۹۷۴ این مدل رابرای حرکات دورانی بسط و توسعه دادند[۸]. این مدل به لحاظ دینامیکی، همانند مدل اجزاء مجزا، شامل مجموعه‌ای ازجرم‌ها، فنرها و میراگرها می‌باشد. می‌توان ازمدل مخروط برای تحلیل حرکات انتقالی (عمودی وافقی) وحرکات دورانی(گهواره‌ای و پیچشی) بهره‌جست.

Meek and Wolf در سال ۱۹۹۲ ضمن اصلاح فرمول‌بندی مخروط دورانی، روش ساده شده‌ای برای بررسی پاسخ دینامیکی پی برخاک همگن الاستیک نیمه بی نهایت ارائه نمودند و مفاهیم مدل مخروط جهت مطالعه پاسخ دینامیکی پی بر روی بستر سنگی صلب و انعطاف پذیر رابسط و توسعه داده‌اند[۹].

دیرانلو در سال ۲۰۱۵ در تحقیق خود با تحلیل طیف پاسخ (دینامیکی طیفی) تاثیرات خاک‌های متفاوت زیرین(خاک متراکم و سست) بر رفتار لرزه‌ای ساختمان۴۰ طبقه بتن آرمه با سیستم لوله در لوله را تعیین نموده و عملکرد هر مدل ازجمله برش پایه، تغییر مکان جانبی نسبی کلی و بحرانی(حداکثر) را ارزیابی نموده بود. نتایج نشان داد خاک‌های سست امواج لرزه‌ای را تشدید می‌کند و تغییر مکان جانبی نسبی ساختمان و برش پایه را افزایش می‌دهد [۱۰].

۳-مدلها و خاک مورد بررسی

در این پژوهش ۳ قاب ساختمانی بلندمرتبه سه بعدی بتن آرمه ۲۸ طبقه، در هر دو امتداد X,Y باسیستم سازه‌ای لوله در لوله با هسته مقاوم داخلی H شکل (ضخامت دیوارهای برشی۲۰سانتیمتر) فوندانسیون از نوع گسترده به ضخامت ۲۰۰ سانتی‌متر، بدون و با تاثیر اندرکنش خاک و سازه در پهنه باخطر نسبی زیاد (A=۰,۳g) و بر روی خاک نوع (I,III) در نظر گرفته شده است. ابعاد اولیه قاب‌ها با استفاده از نرم‌افزارETABS2015 و ابعاد فوندانسیون درنرم‌افزار SAFE2014 تعیین شده‌اند. علت در نظرگیری دونوع خاک (I,III) بررسی تاثیر یک خاک سخت با بیشترین میزان ضریب سختی و میرایی و یک خاک نرم با کمترین میزان ضریب سختی و میرایی بر روی حداکثر تغییر مکان جانبی طبقات می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- مشخصات ابعادی قاب۲۸طبقه

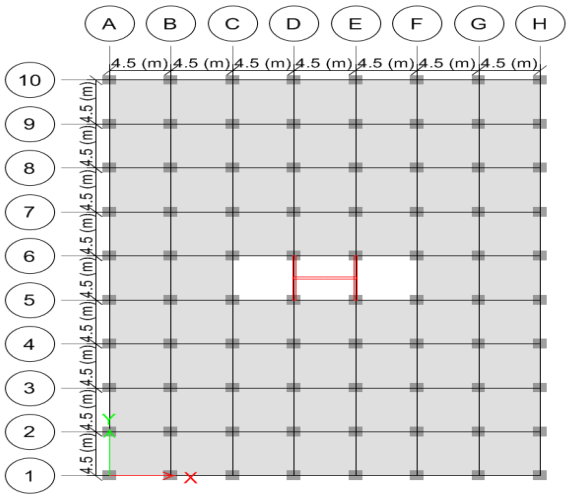
مدل	ارتفاع طبقات (متر)	تعداددهانه (X-Y)	طول دهانه (متر)	نوع خاک زیرقاب
۱	۴	۷ -۹	۴/۵	I
۲	۴	۷ -۹	۴/۵	III
۳	۳/۵	۷ -۹	۴/۵	I

جدول۲- مشخصات خاک های مورد بررسی

نوع زمین	سرعت موج برشیVs(مت ربرثانیه)	چگالی خاک ρ (کیلوگرم برمترمکعب)	نسبت پواسون خاکϑ
I	۱۲۰۰	۲۲۰۰	۰/۳
III	۲۷۵	۱۸۰۰	۰/۴

جدول۳- مشخصات مکانیکی مصالح فولادی و بتنی

مشخصات مصالح	میزان	
	بتن	فولاد(آرماتورAIII)
مقاومت فشاری(کیلوگرم برسانتیمتر سانتی مترمربع)	۲۵۰	-
مدول الاستیسیته(پاسکال)	۲۵×۱۰^{۹}	۲۰۱×۱۰^{۹}
نسبت پواسون	۰/۱۵	۰/۳
چگالی(کیلوگرم برمترمکعب)	۲۴۵۰	۷۸۵۰
تنش تسلیم(کیلوگرم برمترمربع)	-	۴۰۰۰
تنش گسیختگی(کیلوگرم برسانتیمترمربع)	-	۶۰۰۰
تنش تسلیم موردانتظار(کیلوگرم برسانتیمترمربع)	-	۴۶۰۰
تنش گسیختگی موردانتظار (کیلوگرم برسانتیمترمربع)	-	۶۹۰۰



شکل۱-پلان آکس بندی وستون گذاری مدل(۳،۲،۱) قاب۲۸طبقه

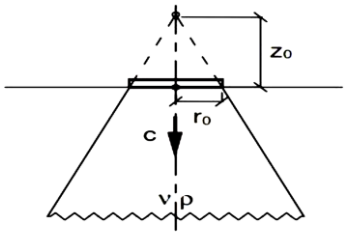
۴-روش تحقیق

۴-۱-مدل سازی خاک زیرپی

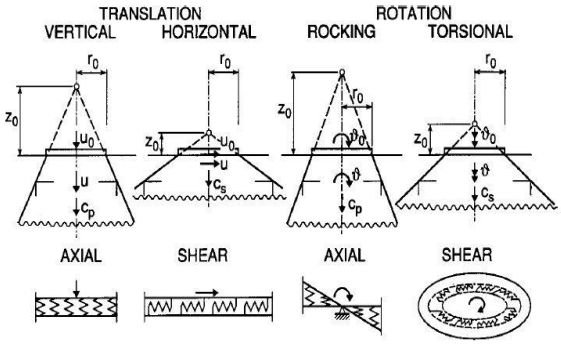
جهت مدل‌سازی خاک زیر فوندانسیون از مدل گسسته بر مبنای روش مخروطی پی مدفون صلب درنیم فضای همگن میک،ولف استفاده می‌شود. روش مخروطی به منظور تحلیل پاسخ پی استوانه‌ای بدون جرم به شعاع r_0، مدفون درعمق e واقع بر روی سطح یانیم فضای خاک چند لایه جهت تمامی درجات آزادی، با استفاده از میله‌ها و تیرهای مخروطی به نام مخروط‌ها ارائه شده است. انتخاب میله مخروطی بر مبنای این واقعیت صورت گرفته که هنگامی که باری به دیسک (پی صلب بدون جرم) اعمال می‌شود، تنش‌ها بر روی سطحی اثر نموده که آن سطح به دلیل پخش‌شدگی هندسی با ازدیاد عمق افزایش می‌یابد که این حالت برای مخروط نیزصادق است. مخروط‌های انتقالی مربوط به درجات آزادی افقی و قائم، مخروط‌های دورانی مربوط به درجات آزادی چرخشی (گهواره ای)، پیچشی می‌باشند. در مدل گسسته، فنر ومیراگر افقی باخروج از مرکزیت به پی متصل می‌شوند. غیر از میراگر متصل به جرم چرخشی مربوط به درجه آزادی داخلی، میراگر چرخشی دیگری برای مدل کردن حرکت گهواره‌ای پی مدفون به طور موازی بافنر چرخشی دراین مدل قرارمی‌گیرد. در نظرگرفتن میرایی خاک به صورت هیسترتیک باعث می‌شود که مسأله درحوزه فرکانس حل گردد. بنابراین ناگزیر هستیم که میرایی خاک را به صورت ویسکوز در نظر بگیریم. در مدل میرایی ویسکوالاستیک ویت، به هر فنر الاستیک یک میراگر بامیرایی $c=\frac{2\xi_0}{\omega_0}k$ که به صورت موازی با آن می‌باشد،اضافه می‌شود.

www.SID.ir

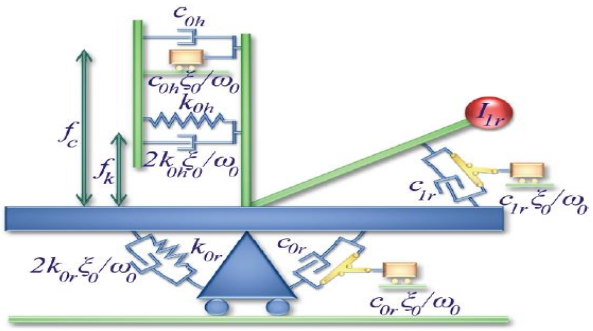
Archive of SID



شکل۲- روش مخروط برای پی سطحی واقع برنیم فضای همگن



شکل۳- مخروط‌های انتقالی و دورانی به ترتیب از چپ به راست درجات آزادی قائم ، افقی، چرخشی (گهواره ای)، پیچشی



شکل۴- مدل گسسته اصلاح شده برای پی مدفون بادرنظر گرفتن اثرمیرایی خاک

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k_{eq}}{m}} \qquad (۱)$$

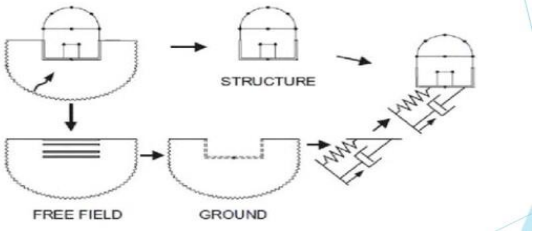
ω_0 : فرکانس سیستم خاک– سازه، K_{eq}: سختی معادل سیستم خاک– سازه ،m:جرم سازه است.

$$\frac{1}{k_{eq}} = \frac{1}{k} + \frac{1}{k_h} + \frac{h^2}{k_r} \qquad (۲)$$

K: سختی سازه، K_h: سختی افقی پی، K_r: سختی چرخشی (گهواره‌ای) پی، h: ارتفاع سازه می‌باشد.

۲-۴-روش تحلیل سیستم اندرکنش خاک – سازه

در این پژوهش از روش زیر سازه در تحلیل اثر اندرکنش خاک و سازه استفاده می‌گردد. در روش زیرسازه، سیستم خاک–سازه به دو قسمت تقسیم می‌گردد: قسمت اول سازه مستقر بر پی است و قسمت دوم خاک که دارای یک مرز مشترک با پی سازه می‌باشد. ابتدا رابطه نیرو تغییر مکان خاک (سختی دینامیکی) برای گره‌های موجود در مرز مشترک تعیین می‌شودکه می‌توان آن را بصورت فیزیکی با تعدادی فنر و میراگرکه ضرایبشان به فرکانس تحریک وابسته است، بیان نمود. سپس سازه موجود بر روی این فنرها و میراگرها با اعمال تحریک به تکیه‌گاه فنر و میراگرها تحلیل می‌گردد.



شکل۵- مراحل روش زیرسازه

۳-۴-تعیین ضرایب سختی ومیرایی خاک

ضرایب سختی و میرایی مدل گسسته پی صلب مدفون در روش مخروطی نیم فضای همگن طبق روابط زیر تعیین می‌شود.ا ستفاده از سرعت موج برشی کاهش یافته در معادلات ذیل تا حدی اثرات ورود خاک به فاز غیرخطی در محدوده کرنشهای زیاد را وارد معادلات می‌کند.

ضریب سختی افقی فنر درجه آزادی افقی

$$k_{oh} = \frac{8\rho v_s^{\,2} r}{2-\upsilon}\left(1+\frac{e}{r}\right) \qquad (۳)$$

ضریب میرایی افقی فنردرجه آزادی افقی

$$c_{oh} = \frac{r}{v_s}\gamma_{oh}k_{oh} \qquad (۴)$$

$$\gamma_{oh} = 0.68 + 0.57\sqrt{\frac{e}{r}} \qquad (۵)$$

ضریب سختی فنردرجه آزادی چرخشی

$$k_{or} = k_r - \frac{\rho v_s^{\,2} r^3}{2(2-\upsilon)}\left(1+\frac{e}{r}\right)\left(\frac{e}{r}\right)^3 \qquad (۶)$$

$$k_r = \frac{8\rho v_s^{\,2} r^3}{3(1-\upsilon)}\left[1+2.3\frac{e}{r}+0.58\left(\frac{e}{r}\right)^3\right] \qquad (۷)$$

ضریب میرایی چرخشی فنر درجه آزادی چرخشی(گهواره‌ای)

www.SID.ir

Archive of SID

$$c_{0r} = \frac{r}{v_s}\gamma_{0r}k_r \quad (۸)$$

$$\gamma_{0r} = 0.15631\frac{e}{r} - 0.08906\left(\frac{e}{r}\right)^2 - 0.00874\left(\frac{e}{r}\right)^3 \quad (۹)$$

در روابط بالا:ρچگالی خاک،V_s:سرعت موج برشی خاک،r:شعاع معادل دیسک(پی)،ϑ:ضریب پواسون خاک،e: عمق مدفون شدگی پی

جدول۶-ضرایب سختی خاک(فنر) درجات آزادی افقی، قائم، چرخشی، پیچشی

مدل	ضریب سختی(کیلوگرم برمتر)			
	افقی	قائم	چرخشی	پیچشی
۱	۳/۹۵×۱۰^۱۰	۴/۱۵×۱۰^۱۰	۱/۶۲×۱۰^۱۳	۲/۵×۱۰^۱۳
۲	۱/۱۷×۱۰^۹	۱/۳۳×۱۰^۹	۵/۳۱×۱۰^۱۱	۶/۸۹×۱۰^۱۱
۳	۳/۹۵×۱۰^۱۰	۴/۱۵×۱۰^۱۰	۱/۶۲×۱۰^۱۳	۲/۵×۱۰^۱۳

جدول۷- ضرایب میرایی خاک (فنر) درجات آزادی آفقی، قائم، چرخشی، پیچشی

مدل	ضریب میرایی(کیلوگرم درثانیه برمتر)			
	افقی	قائم	چرخشی	پیچشی
۱	۶/۴×۱۰^۸	۶/۹×۱۰^۸	۱/۱×۱۰^۱۰	۱/۷×۱۰^۱۰
۲	۸/۵×۱۰^۷	۹/۸×۱۰^۷	۱/۸۶×۱۰^۱۰	۲/۴×۱۰^۱۰
۳	۶/۴×۱۰^۸	۶/۹×۱۰^۸	۱/۱×۱۰^۱۰	۱/۷×۱۰^۱۰

۴-۴- تحلیل بارلرزه‌ای

۴-۴- ۱- تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی غیرخطی

جهت تحلیل لرزه‌ای مدل‌ها از تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی غیر خطی استفاده می‌گردد. طبق بند ۴-۱پیوست ۲آیین‌نامه ۲۸۰۰ زلزله ایران ویرایش ۴ در این روش، تحلیل دینامیکی سازه با اثر دادن شتاب زمین به صورت تابعی از زمان در تراز پایه و محاسبه پاسخ مدل ریاضی سازه در برگیرنده رفتار فرا ارتجاعی آن است انجام می‌شود. طبق بند۴-۳پیوست دوم آیین‌نامه ۲۸۰۰ زلزله ایران ویرایش ۴اثر Δ- P باید در تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی غیر خطی در نظر گرفته شود. معادله تعادل دینامیکی سازه به شرح زیرمی‌باشد.

(۱۰)

$$Mu^{\cdot\cdot}{}_{(t)}+Cu^{\cdot}{}_{(t)}+Ku_{(t)}+r_{N(t)}=r(t)$$

K: ماتریس سختی،C: ماتریس میرایی نسبی،M: ماتریس قطری جرم،r_n: بردار نیروی درجات آزادی غیرخطی، $u,u^{\cdot},u^{\cdot\cdot}$: به ترتیب جابه‌جایی‌های نسبی، سرعتهای نسبی و شتاب‌های نسبی نسبت به زمین ،r: بردار نیروهای وارده می‌باشند.

۴-۴-۲- روند انتخاب شتاب نگاشت‌ها

طبق بند ۲-۵-۳-۲ آیین‌نامه۲۸۰۰ زلزله ایران ویرایش۴ شتابنگاشت‌هایی که در تعیین اثر حرکت زمین مورد استفاده قرارمی‌گیرند باید دارای ویژگیهای زیر باشند: الف: شتابنگاشتها متعلق به زلزله‌هایی باشند که شرایط زلزله طرح را ارضا کنند و در آنها اثر: بزرگا، فاصله از گسل، ساز وکار چشمه لرزه‌زا در نظر گرفته شده باشد.ب:ساختگاه‌های شتاب نگاشت‌ها باید به لحاظ ویژگیهای زمین‌شناسی، تکتونیکی، لرزه‌شناسی و به خصوص مشخصات لایه‌های خاک با زمین محل ساختمان، تا حد امکان، مشابهت داشته باشند. پ: مدت زمان حرکت شدید زمین در شتاب نگاشتها حداقل برابر با۱۰ثانیه یا ۳ برابر زمان تناوب اصلی سازه، هرکدام بیشتر باشد. این مدت زمان معمولاً در فواصل(۹۵٪-۵٪) از نمودار شدت آریانس و با استفاده ازنرم‌افزار Seismo Signal تعیین می‌شود.

جدول۸- مشخصات شتاب نگاشت‌ها

زلزله	بزرگا(ریشتر)	فاصله ازگسل(کیلومتر)	حوزه گسل
طبس	۷/۸	۱۰	نزدیک
بم	۶/۶	۸/۵	نزدیک
کوبه	۷/۳	۱۶	نزدیک
چی چی	۷/۲	۱۰/۹	نزدیک
لوماپریتا	۷/۴	۱۱/۴	نزدیک
امپریال	۷	۹/۶	نزدیک
نورتریج	۷/۲	۱۱/۴	نزدیک

۴-۴-۳- شتاب نگاشت‌های مقیاس شده

طبق بند۲-۵-۳-۳ آیین‌نامه ۲۸۰۰ زلزله ایران ویرایش۴ هر زوج شتاب نگاشت به مقدار حداکثر خود مقیاس شوند. بدین معنی که حداکثر شتاب در مولفه‌ای که دارای بیشینه بزرگتری است، برابر شتاب ثقل گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

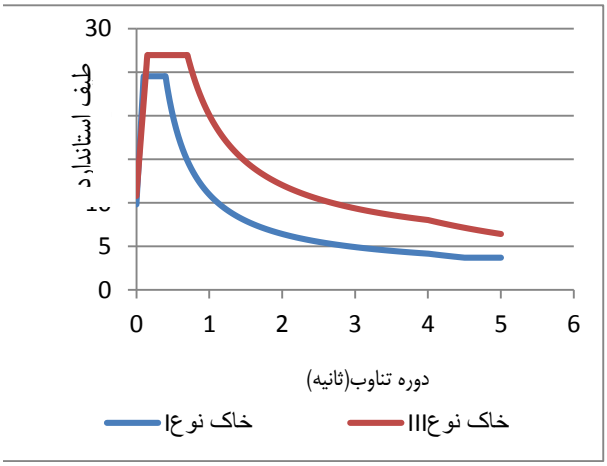
۴-۴-۴- طیف طرح استاندارد

پس از تعیین ضریب بازتاب(B)دربازه زمانی(۴- ۰)ثانیه، از ضرب شتاب ثقل ($g=9.81m/s^2$) درضریب بازتاب طیف طرح استاندارد تعیین می‌شود.

(۱۱)

$B=B_1\times N$

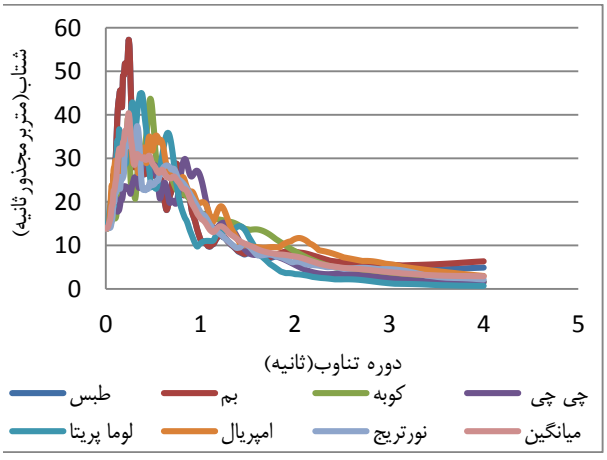
که در رابطه بالا: ضریب بازتاب، B_1:ضریب بازتاب طیف، N:ضریب اصلاح طیف



نمودار۱- طیف طرح استاندارد برای برای زمین‌هایی با خطر نسبی زیاد خاک نوع(I,III)

۴-۴- ۵- طیف پاسخ میانگین

طبق بند۲-۵-۳-۳ آیین‌نامه۲۸۰۰ زلزله ایران ویرایش ۴ قسمت پ طیفهای پاسخ هر زوج شتاب نگاشت با استفاده از روش جذر مجموع مربعات با یکدیگر ترکیب شده طیف ترکیبی برای هرزوج شتاب نگاشت ساخته می‌شود. طیف‌های پاسخ ترکیبی هر زوج شتاب نگاشت میانگین گیری شده برای مقایسه با طیف طرح استاندارد بدست می‌آید.



نمودار۲- میانگین طیف پاسخ ترکیبی زوج شتاب نگاشتها

۶-۴-۴دوره تناوب قاب‌ها بدون و با اندرکنش خاک – سازه

طبق بند ۳-۳-۳ آیین‌نامه ۲۸۰۰ زلزله ایران ویرایش ۴ قسمت پ زمان تناوب اصلی نوسان (T) بدون اندرکنش خاک–سازه برای ساختمانها با سیستم سازه‌ای دوگانه یا ترکیبی (سیستم سازه‌ای لوله درلوله) از رابطه زیرتعیین می‌گردد.

(۱۲)

$T=0.05H^{0.75}$

H: ارتفاع کلی قاب

جدول۹-دوره تناوب قاب ها(T)بدون وبا اندرکنش خاک-سازه

مدل	بدون اندرکنش(ثانیه)	بااندرکنش(ثانیه)
۱	۱/۷۱	۱/۷۱
۲	۱/۷۱	۱/۷۸
۳	۱/۵۵	۱/۵۵

۷-۴-۴- ضریب مقیاس بدون وبااندرکنش خاک-سازه

طبق بند۲-۵-۳-۳ آیین‌نامه۲۸۰۰ زلزله ایران ویرایش۴ هر زوج شتاب نگاشت چنان مقیاس می‌شود که برای هر پریود در محدوده ۰/۲Tالی۱/۵T(T:دوره تناوب سازه‌ها)، مقدار متوسط طیف جذر مجموع مربعات مربوط به تمام زوج مولفه‌ها بیش از ده درصد از ۱/۳ برابر مقدار متناظر طیف طرح استاندارد کمتر نشود. ضریب مقیاس نهایی ازضرب، ضریب مقیاس در AI تعیین می‌شود. ضریب مقیاس نهایی بایستی درشتاب نگاشتهای مورد نظر ضرب شده و در تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی مورد استفاده قرارگیرد.

A: شتاب مبنای طرح باتوجه به قرارگیری قابها در پهنه با خطرنسبی زیاد

A=0/3

A=0.3

I:ضریب اهمیت ساختمان با توجه به اینکه قابها از نوع مسکونی می‌باشد

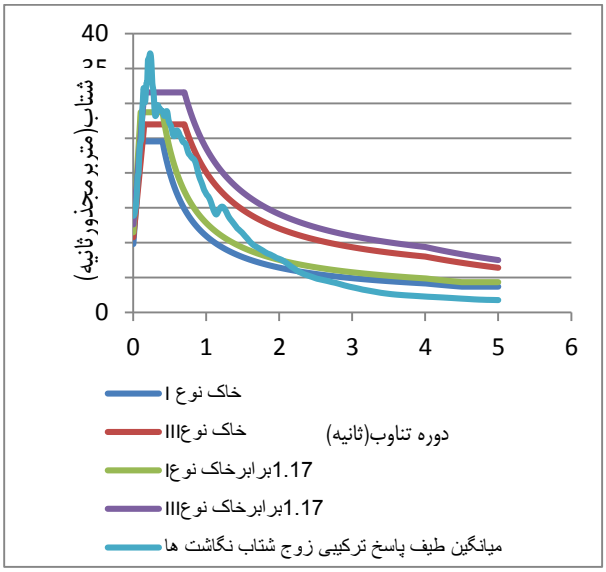
I=1

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱۰- ضریب مقیاس قاب‌ها بدون و با اندرکنش خاک-سازه

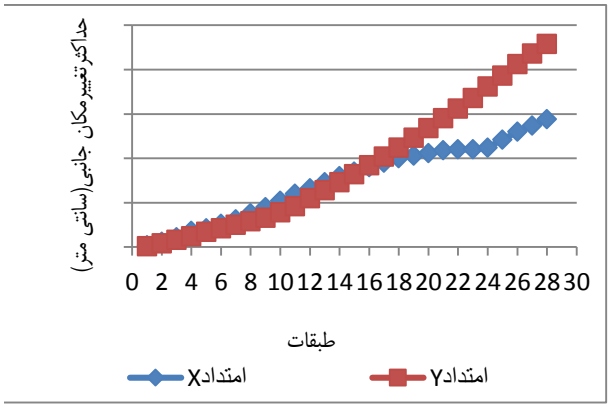
مدل	بدون اندرکنش	بااندرکنش
۱	۰/۳۹۸۶	۰/۳۹۸۶
۲	۰/۷۵	۰/۷۸
۳	۰/۳۷۱۷	۰/۳۷۱۷



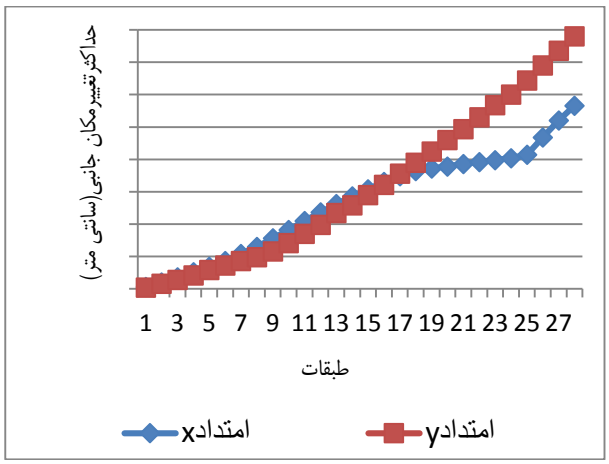
نمودار۳- مقایسه میانگین طیف پاسخ ترکیبی زوج شتاب نگاشت‌ها با۱,۱۷برابرطیف طرح استاندارد

۵-نتایج تحلیل

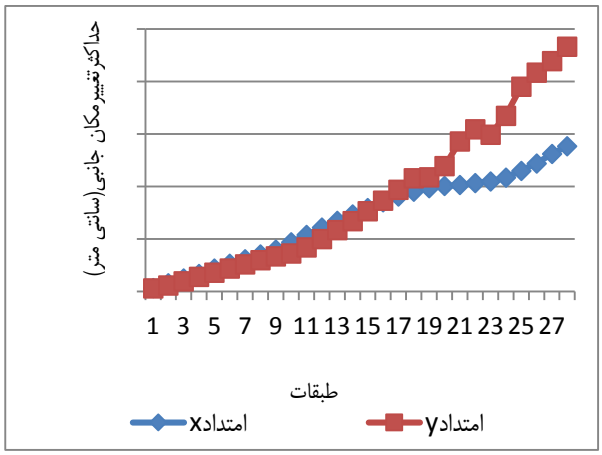
حداکثر تغییر مکان جانبی طبقات مدل‌ها، بدون و با تاثیر اندرکنش خاک–سازه به صورت نمودارهای زیر می‌باشد:



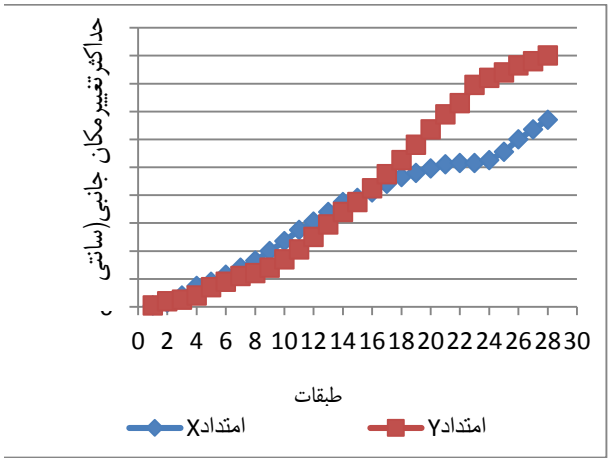
نمودار۴-حداکثر تغییرمکان جانبی قاب ۲۸طبقه مدل۱ بدون و با اندرکنش خاک– سازه



نمودار۵-حداکثر تغییرمکان جانبی قاب ۲۸طبقه مدل۲بدون اندرکنش خاک–سازه



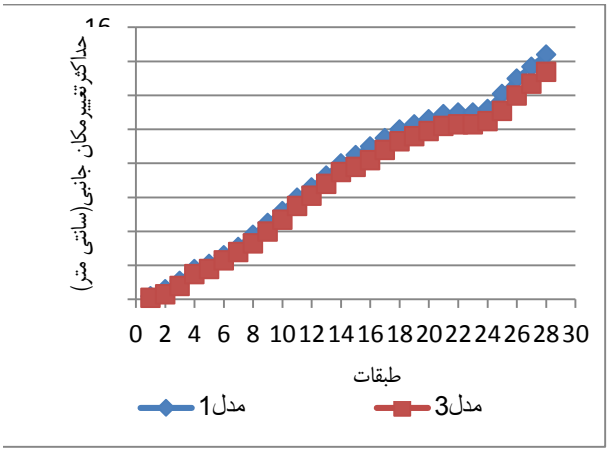
نمودار۶- حداکثرتغییرمکان جانبی قاب ۲۸طبقه مدل۲با اندرکنش خاک– سازه



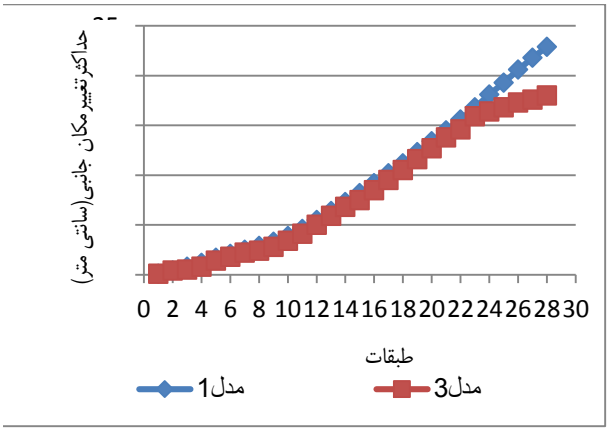
نمودار۷- حداکثر تغییرمکان جانبی قاب ۲۸طبقه مدل۳ بدون و با اندرکنش خاک– سازه

www.SID.ir

Archive of SID

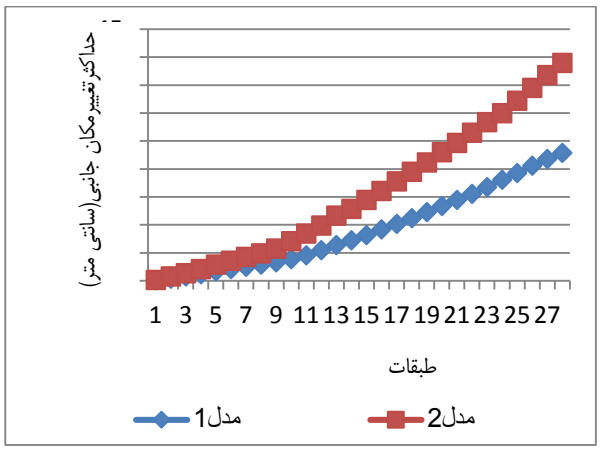


نمودار۸- مقایسه حداکثرتغییرمکان جانبی قاب ۲۸طبقه بدون و با اندر کنش خاک– سازه در امتدادX

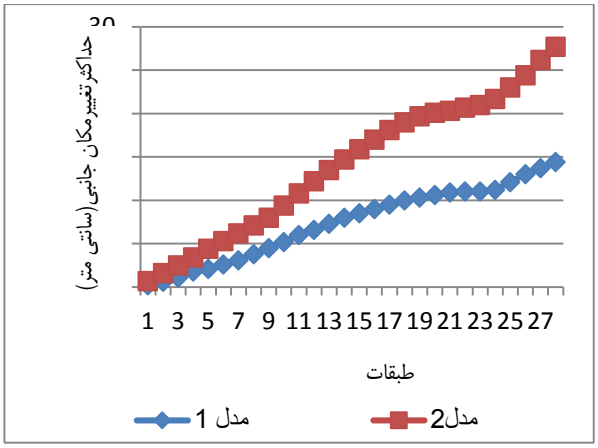


نمودار۹- مقایسه حداکثرتغییرمکان جانبی قاب ۲۸طبقه بدون و با اندرکنش خاک– سازه درامتدادY

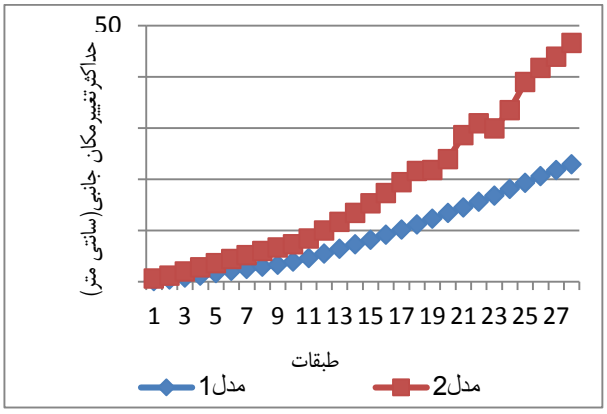
نمودار۱۰- مقایسه حداکثر تغییرمکان جانبی قاب ۲۸طبقه بدون اندر کنش خاک– سازه در امتدادX



نمودار۱۱- مقایسه حداکثرتغییرمکان جانبی قاب ۲۸طبقه بدون اندر کنش خاک– سازه درامتدادY



نمودار۱۲- مقایسه حداکثرتغییرمکان جانبی قاب ۲۸طبقه با اندر کنش خاک– سازه درامتدادX



نمودار۱۳- مقایسه حداکثرتغییرمکان جانبی قاب ۲۸طبقه بااندر کنش خاک– سازه درامتدادY

www.SID.ir

Archive of SID

۶-نتیجه‌گیری

باتوجه به نمودارهای بالامی‌توان بیان نمود:

-در قاب۲۸طبقه با افزایش ارتفاع طبقات به میزان۰/۵متر(مدل۱نسبت به۳) بدون و با اندرکنش خاک– سازه بر روی خاک نوع I حداکثر تغییر مکان جانبی طبقات مدل۱ در امتداد X(۲/۴-۰/۱۴)،در امتدادY(۹/-۲۲ ۰/۱) و در مدل۳ در امتداد X (۱/۴-۰/۱۳)، در امتدادY(۱-۰/۱۸) سانتی‌متر‌که در امتداد X افزایش ناچیز و در امتدادY افزایش قابل توجهی ملاحظه می‌گردد.

-در قاب ۲۸ طبقه مدل۳و۱ بر روی خاک نوع I حداکثر تغییر مکان جانبی طبقات با اندرکنش خاک-سازه در امتداد X,Y در مقایسه با بدون اندرکنش به علت قرارگیری قاب بر روی خاک نوع I که در واقع همان سنگ بستر بوده و در تحلیل متداول سازه ها فرض بالا(تکیه‌گاه گیردار بدون فرض در نظر گرفتن خاک زیرسازه) صادق می‌باشد، تاثیری نداشته است.

-طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰ زلزله ایران ویرایش۴، حداکثر تغییر مکان جانبی غیر خطی نباید از ۰/۰۰۵H(H: ارتفاع سازه)که در مدل ۱،از۵۵ سانتی‌متر و در مدل۳، از ۴۹سانتیمتر تجاوز نماید. بنابراین در قاب ۲۸طبقه، بدون و با اندرکنش خاک– سازه در دو مدل (۳و۱) و بر روی خاک نوع I حداکثر تغییرمکان جانبی غیرخطی طبقات درحد مجازآیین‌نامه می‌باشد.

-درقاب۲۸طبقه با تغییر نوع تیپ خاک (مدل۲نسبت به۱) بدون اندرکنش خاک –سازه حداکثر تغییر مکان جانبی طبقات در مدل۲ در امتداد X (۳/۷-۰/۲۷)، در امتداد Y(۲-۰/۳۹)، در مدل۱ در امتداد X (۲/۴-۰/۱۴) و در امتداد Y (۲۲/۹- ۰/۱) سانتی‌متر‌که در امتداد X,Y افزایش چشمگیر ملاحظه می‌گردد.

-در قاب۲۸ طبقه با تغییر نوع تیپ خاک (مدل۲نسبت به۱) با اندرکنش خاک– سازه حداکثرتغییر مکان جانبی طبقات مدل۲ در امتدادX (۲۸/۳- ۰/۷)، درامتدادY(۶/۶-۰/۴۶)، در مدل۱در امتداد X (۲/۴-۰/۱۴) و در امتدادY(۱/۹-۰/۲۲) سانتی‌متر‌که در امتداد X,Y افزایش چشمگیر ملاحظه می‌گردد.

-در قاب ۲۸ طبقه مدل ۱ بر روی خاک نوع I حداکثر تغییر مکان جانبی طبقات با اندرکنش خاک - سازه در امتداد X,Y در مقایسه با بدون اندرکنش تاثیری نداشته ولی در مدل۲ بر روی خاک نوع III در امتداد X افزایش ناچیز و در امتدادY افزایش قابل ملاحظه می‌باشد.

-در مدل۲ بر روی خاک نوع IIIحداکثر تغییرمکان جانبی طبقات بدون و با اندر کنش خاک– سازه در امتداد X به علت پریود بالای سازه (T>1s)که دارای انعطاف‌پذیری زیادی است تقریباً نتایج پاسخ بدون و با اندرکنش برابر هستند ولی در امتداد Y به علت افزایش تعداد دهانه و همچنین افزایش وزن سازه تاثیر اندرکنش خاک–سازه دراین امتداد نسبت به امتداد X بیشتر می‌باشد. از سویی دیگر شکل هسته مقاوم داخلی (هسته برشی) به شکل H می‌تواند در افزایش حداکثر تغییرمکان جانبی در دو امتداد موثر باشد.

- لحاظ کردن اندرکنش خاک – سازه در محاسبات دینامیکی سازه باعث افزایش پریودسازه می‌شود که با توجه به نوع خاک (III) و سختی سازه (افزودن تیر در قاب‌های لوله‌ای) مقدار افزایش پریود سازه متفاوت است. هر چه نسبت سختی سازه به خاک بیشتر شود، مقدار ازدیاد پریود نیز بیشتر می‌گرددکه این مسئله بیشتر برای سازه سخت برروی خاک نرم مصداق پیدا می‌کند.

-طبق آیین‌نامه ۲۸۰۰زلزله ایران ویرایش۴، حداکثر تغییر مکان جانبی غیر خطی نباید از ۰/۰۰۵H(H: ارتفاع سازه) که در مدل ۲و۱،از۵۵ سانتی‌متر تجاوز نماید. بنابراین درقاب ۲۸طبقه، بدون و با اندرکنش خاک–سازه در دو مدل (۲و۱) و برروی دو نوع خاک (I,III) حداکثر تغییر مکان جانبی غیر خطی طبقات درحد مجازآیین‌نامه می‌باشد.

۷-مراجع

[۱]رعیت رکن آبادی، ابراهیم.مطالعه اثرات اندرکنش خاک–سازه بر پاسخ دینامیکی غیرخطی سازه‌های متداول باپی های سطحی و مدفون. پایان نامه کارشناسی ارشد، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی ومهندسی زلزله، ۱۳۸۸.

[۲]امین‌فر، محمدحسین؛ فرهمندآذر، بهمن؛ صفری،هادی؛ بیک‌لریان، مرتضی. تحلیل دینامیکی اندرکنش خاک وسازه در سازه‌های بتنی به روش المان محدود. نشریه مهندسی عمران فردوسی، دوره۲۴شماره۲ بهار و تابستان۱۳۹۲: ۷۱-۷۰

[۳]محصولی، مجتبی.اثراندرکنش خاک–سازه بر رفتار غیرارتجاعی سازه‌های دارای پی مدفون. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۵.

[۴]اسلامی منوچهری، صالح. کاربرد سیستم قاب لوله‌ای درسازه‌های بلندمرتبه. نشریه پیام نظام مهندسی استان تهران، دوره ۷ شماره۱۲ فروردین ۱۳۸۹: ۳۶-۳۴

[۵]همتی، ع، حسینی، ح م، طراحی بهینه سیستم سازه‌ای لوله در لوله در ساختمانهای بلند بتن آرمه، همایش ملی مهندسی عمران و پژوهشهای نیازمحور،مشهد–ایران،۲۴دی،۱۳۹۴،ص۱.

[6]Kausel E.Early History of Soil-Structure Interaction .Soil Dynamics and Earth quake Engineering.2010;30(9) :822.

www.SID.ir

Archive of SID

[۷]اسدی‌پور، اسلام. لحاظ نمودن اثر اندرکنش خاک – سازه در تحلیل دینامیکی طیفی ساختمانها. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تربیت مدرس،۱۳۸۴.

[۸]ابریشمی، س، تحلیل پاسخ دینامیکی خاک با استفاده ازمدل مخروط ، هفتمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، تهران- ایران،۲۰-۱۸ اردیبهشت، ۱۳۸۵،ص۱.

[9]Meek J,Wolf J.Cone Models For Homogeneous Soil. .ASCE J of Geotechnical Engineering Division.1992; 118(5):667-685.

[10]Deiranlou M.Evaluation Of Seismic Behavior In Building TubeSructures System With Respect ToDense Soil-Structure Interaction Effect.open Journal Of Civil Engineering.2015;(5):412.

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect Of Soil And Structure Interaction On High-Rise Reinforced Concrete Buildings With Internal Resistant Core Tube In Tube System And With To Consider Nonlinear Dynamic Analysis

Armin Rasaghi
Department of Civil Engineering,Urmia Branch,Islamic Azad University,Urmia,Iran

Ashkan Khodabandehlou*

Department of Civil Engineering,Urmia Branch,Islamic Azad University,Urmia,Iran

*a.Khodabandehlou@iaurmia.ac.ir

Abstract:

This research are considered and analyzed threedimensional high rise building three frames of 28-story reinforcedconcrete in each direction X,Y structural structure of a tube in tube,In the zone of high relative risk(A=0.3g),With fixed number and bays the length,different heights and types of soil(I, III), Once without affecting soil-structure interaction Once again, the effects of soil-structure interaction are considered and analyzed. The purpose of the present study is to determine the maximum lateral displacement frames floors of gravity loads(dead,live)and earthquake loads. In order to analyze the structure of the structurethe soil-structureintraction impact of the substructure is assumed to be used for the modeling of the sub-surface soil from the cone model,the structure of the structure and the determination of the dynamic hardening coefficient and damping coefficient soil of the discrete model based on the cone model in the homogeneous space stream.In order to analyze earth quake loads in the studied models,a dynamic analysis of the nonlinear time history of the modal method under seven accelerations accelerations.The geometric modeling of the all frames with shear walls in the SAP 2000-V17 software package was performed.The results show that with increasing elevation of floors(model 1 to 3),the maximum lateral displacment floors on type I soil in the direction of X increase in the direction Y is significant increase,in model ,in the model 2 to 1by changing the type of soil type, the maximum lateral displacment floors with out and with Soil-Structure intraction in the each two direction is dramatic increase

Key Words: Interaction,Tube in Tube,Displacement,Discrete Model,Time History

www.SID.ir