Articles

سیویلرن

مقاله شماره پنج

مهاربند BRBF

نویسنده :
مهندس میلاد فهیمی

ARTICLE No.5

www.Civilearn.com

گروه آموزشی - مهندسی سیویلرن

Author : Eng.Milad Fahimi

Published by : Civilearn Group

PDF

طراحی سریع و هوشمند انواع سقفهای متداول در ایران

SAZESAGHF

Arshia Iranian Software Group (A I G S)

نرم افزار سازه سقف اولین نرم افزار

هوشمند برای محاسبات انواع سقفهای متداول در ایران

(کامپوزیت عرشه فولادی- کامپوزیت معمولی- تیرچه بتنی و تیرچه کرومیت)

همراه با گزارش ریز محاسبات و متره کامل

- اعضای محترم سازمان نظام مهندسی کشور
- مهندسین مشاور گرامی
- دفاتر فنی پیمانکاران محترم
- شرکت های محترمی که در ساخت و اجرای سقف های فوق فعالیت دارید

نرم افزار سازه سقف ، نرم افزاری است کاملا هوشمند و با طرز کار بسیار آسان که تمامی نکات آیین نامه ای برای طراحی کامل انواع سقف های متداول در ایران را در محاسبات شما در نظر می گیرد

تلفیق هنر و تکنولوژی برای شما که با دانش روز حرکت می کنید

تلفن سفارش: ۰۹۱۲ ۸۸ ۷۶ ۱۰۰

Arshia Iranian Software Group (A I S G)

کارامحاسب

ابزار کار یک محاسب

- ابزارهای بسیار کاربردی
- آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم و چهارم
- ترکیبات بارگذاری آئین نامه ایران
- سازه ای کنترلهای هوشمند

www.Karamohaseb.com

☎ 021-77480262

ETABS 7 CONTROL

Assistant of Structure Designer

ETABS 2015 - ETABS 9.7

نرم افـزار تخصصـی کنترل طراحی سـازه ها

قابلیـت افزودن مشـخصات محاسب و دفتر طراحی جهت چاپ در خروجی

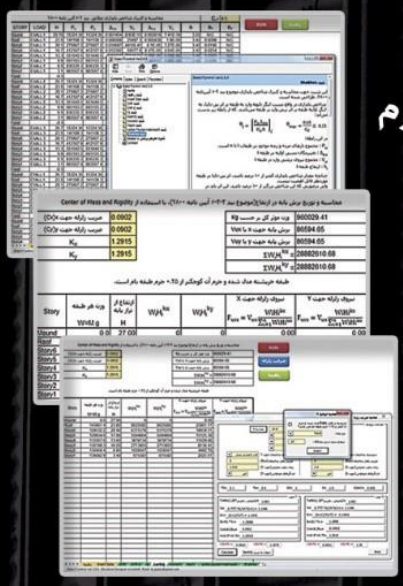
قابلیـت افزودن مشـخصات پروژه در کاور خروجی

ایجـاد دفترچه محاسـبه با خروجی های شـکیل و آماده ارائه به نظام مهندسـی

بـر اسـاس آخریـن ویرایـش مقررات ملـی و ویرایـش چهارم اسـتاندارد ۲۸۰۰

۷ کنتـرل متـداول طراحـی سـازه بـا اسـتفاده از خروجـی های ETABS

- کنترل تغییر مکان نسبی سازه طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- محاسبه ضریب بزرگنمایی (Aj) و کنترل نا منظمی پیچشی طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- محاسبه و توزیع برش پایه ناشی از زلزله طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- محاسبه و کنترل لنگر واژگونی ناشی از زلزله طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- کنترل منظم بودن سازه از نظر جرم در ارتفاع و اعمال پیچش اتفاقی طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- کنترل مهار شده بودن سازه از طریق محاسبه ضریب پایداری طبق مبحث ۹
- محاسبه و کنترل شاخص پایداری سازه طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم



چکیده:

معایب سیستم های معمول بادبندی می توانند برطرف شوند اگر بادبند بتواند در مقابل بارهای کششی و فشاری بدون کمانش تسلیم شود تا از خرابی سایر اعضای سازه ای (تیروستون) جلوگیری کند. این سیستم بادبندی **(BRBF)** نامیده می شود. در نتیجه **BRBF** در رده ویژه ای از سیستم های بادبندی معمول قرار می گیرد که در آن کمانش بادبندی رخ نمی دهد.سیستم های **BRBF** نقش یک میراگر در سازه ساختمان ایفا می کند و انرژی لرزه ای را در خود جذب می کند.

بعد از یک زلزله بزرگ سازه اصلی باید بعد از تعویض میراگرهای تغییر شکل یافته به شکل اولیه خود بازگردد. سیستم های **BRBF** در ژاپن به طور گسترده ای بعد از زلزله سال ۱۹۹۵ در کوبه ی ژاپن مورد استفاده قرار گرفت. این نوع سیستم سازه ای همچنین در آمریکا چند سال بعد از زلزله ۱۹۹۴ در **Northridge** مورد اقبال واقع شد.

در حال حاضر نزدیک ۲۵۰ پروژه ساختمانی که از سیستم **BRBF** استفاده می کنند در حال ساخته شدن در ژاپن می باشند، همچنین در حدود ۲۵ پروژه بزرگ در حال ساخت یا تکمیل شده در ایالات متحده وجود دارد.سیستم های **BRBF** همچنین در بسیاری از پروژه های مقاوم سازی در ساختمانهای بتن مسلح به کار گرفته شده اند.

این مقاله به دور از مباحث طراحی و آزمایشگاهی، بر روی مباحث اجرایی سیستم **BRBF** متمرکز شده است.

مباحثی از قبیل مزایا و معایب این سیستم در پروژه های اجرایی مورد بررسی قرار گرفته و همچنین نمونه های اجرایی این سیستم در کشور های مختلف از جمله آمریکا ارایه گردیده است و در پایان بحث، هزینه های اجرایی این سیستم آورده شده است. سیستم **BRBF** در ایران به صورت اجرایی به کار گرفته نشده است و اجرای آن به صورت انحصاری توسط شرکت های مربوطه اجرا میگردد.

www.Civilearn.com

فصل اول

مزایا و معایب **BRBF** :

۱-۱ مزایایی که کارفرما **BRBF** را انتخاب می کند:

در مقایسه با سایر قاب های خمشی یا قاب دارای باربند سیستم های BRBF مزایای زیر را ارائه می دهند.

۱ – در مقایسه با سایر قاب های خمشی، BRBF سختی جانبی با الاستیسیته بیشتری در سطوح پایین بارهای لرزه ای نشان می دهد که باعث می شود تا میزان حرکت جانبی (Drift) بر طبق استانداردهای مربوطه باشد.

۲ – BRBF نسبت به سازه های بادبندی معمول در برابر کشش و فشار کمانش ندارد، در نتیجه در میزان بارهای لرزه ای بالا جذب انرژی بزرگتر و پایدارتری از خود نشان می دهد.

۳ – BRBF نصب اقتصادی را از طریق اتصال پیچی (bolt) یا لولایی (pin) به گامت پلی ها فراهم کرده و از جوش کاری و تست های مورد نیاز جوش در کارگاه که پر هزینه می باشند جلوگیری می کند.

۴ – بادبندها به عنوان یک فیوز سازه ای قابل تعویض عمل می کنند. (همانند نقش فیوز در مدارهای الکتریکی باربند BRBF در سازه بعد از قرار گرفتن تحت بارهای زیاد لرزه ای که منتج به خرابی می شود، قابل تعویض خواهد بود. این نقش بادبند باعث کاهش خسارت به سایر المان های سازه ای شده و امکان تعویض بادبند آسیب دیده بعد از زلزله های بزرگ وجود دارد.

۵ – سیستم مهاربند BRBF دارای انعطاف پذیری در طراحی می باشد زیرا هم سختی و هم مقاومت بادبندها به راحتی قابل تنظیم است، علاوه بر آن مدل کردن رفتار رفت و برگشتی (سیکل دار) مهاربند BRB برای تجزیه و تحلیل غیر الاستیک آسان خواهد بود.

۶ – برای مقاوم سازی لرزه ای سیستم ها BRBF می توانند از سیستم های معمول بادبندی مفیدتر باشند زیرا ملاحظات طراحی ظرفیت برای سیستم های معمول ممکن

است نیاز به پی های گران قیمت و سیستم های دیافگرام سخت برای طبقات باشد، که هزینه بر هستند.

۱-۲ معایب سیستم های بادبند BRBF در پروژه های ساختمانی:

۱ – اکثر سیستم های BRBF توسط شرکت های خاصی ارائه می شود و عمومی نیست.

۲ – اگر این سیستم به طور مطلوب کنترل نشود، فولادی که برای قسمت مقاوم شده ی بادبند به کار می رود ممکن است دارای مقاومت تسلیمی کافی نباشد.

۳ – محدوده خطا در اندازه قطعات برای نصب سیستم های BRBF در کارگاه های ساختمانی: بسیار سخت گیرانه تر از سیستم های معمول بادبندی است.

۴ – در ساختمان های دارای این بادبند تغییر شکل های دائمی ممکن است تحت بارهای زیاد لرزه ای اتفاق بیفتد زیرا این نوع سیستم بادبندی همانند بسیاری دیگر از سیستم ها وقتی از مرکز خود خارج می شود دارای سیستم بازگشت به مرکز نیست.

۵ – آزمایشات و بررسی های مقایسه ای برای پذیرش و توجیه این سیستم برای استفاده در هر پروژه است و پروژه ها در حال حاضر با روشهای مختلفی آزمایش و طراحی می شوند.

۶ – معیار برای شناسایی و تعویض بادبند های آسیب دیده هنوز در دست تحقیق است و روش مشخصی برای آن هنوز به طور کامل به اثبات نرسیده است.

www.Civilearn.com

فصل دوم

تولیدات **BRBF**:

در حال حاضر ۳ شرکت عمده تولید کننده بادبندهای کمانش تاب شهرت بیشتری از دیگران در پیشروی و طراحی این بادبندها دارند و میتوان عمده بازار اقتصادی این عرصه را در تسخیر این ۳ شرکت در نظر گرفت:

۱) Nippon steel coporation: unbondedbrece

۲) Star seismic llc: powercat

۳) Corebrace

این شرکت ها برای اتصال بادبند به سازه ۳ روش اتصال را در پیش گرفته اند:

شرکت ینپن به عنوان پیشروترین شرکت در این عرصه نوعی از اتصال را به عنوان Standrd Boited Connection استفاده می کند که شکل آن و مزایا و معایب این نوع اتصال در پی می آید:

www.Civilearn.com

۲-۱ مزایای این روش اتصال عبارتند از:

۱) به دلیل بلت های بیشتر از حالتی که تها یک پین در نظر گرفته می شود امکان تلرانس بیشتری برای ساخت و نصب این مدل اتصال وجود دارد و این امکان اجرای ساده تری را فراهم می آورد.

۲) به دلیل وجود بلت های متعدد انرژی امکان پخش بهتری در کل صفحه گاست پلیت را خواهد داشت و از امکان تمرکز تنش هیدگی در اطراف بلت ها (که در اتصال پیچی حائز اهمیت است) بیشتر جلوگیری می کند.

۲-۲ معایب این روش اتصال نیز به این شرح هستند:

۱) برای طراحی این نوع مهاربند طول هسته بعد بند کمانش تاپ یکی از عوامل متغیر در دست طراح به منظور برآورده کردن مقاصد طراحی است. اما با این نوع اتصال که جاگیرتر از اتصال اصلاح شده است و طول بیشتری از بعد بند اشغال می کند یکی از عوامل در دست طراحی دچار می شود که این را می توان یک ضعف در نظر گرفت.

۲) ما در طراحی بعد بندهای کمانش تاب سعی می کنیم تا حد امکان ممان کمتری را به بعد بند منتقل کنیم. اما در این نوع اتصال با توجه به وجود بخش بزرگ بلت گذاری شده این فرض، کمی دچار خلل میشود.

نوع دیگر اتصال Modified bolted connection است که بیشتر شرکت Corebrace از آن بهره برداری می کند که شکل و مزایا و معایب آن در پی می یابد:

www.Civilearn.com

۲-۳ مزایای این روش اتصال عبارتند از:

۱) تمام مزایای حالت قبل را دارا می باشد.

۲) به دلیل تعداد کمتر بلت گذاری تصب ساده تری دارد.

معایب این روش اتصال نیز مانند حالت اتصال استاندارد است.

نوع دیگر اتصال که بیشتر مورد استفاده شرکت Seismic Star می باشد اتصال Restraining Collar & True Pin Connection است.

www.Civilearn.com

۲-۴ مزایای این روش اتصال عبارتنداز:

۱) با کم شدن طول محل اتصال امکان بیشتری برای طول بعد بند به وجود می آید که هم کرنش کمتر و در نتیجه تنش کمتری به مجموعه القا می کند و هم دست طراح را با داشتن امکان استفاده از طول های مختلف در برآورده ساختن اصول طراحی بازتر می گذارد.

۲)این نوع اتصال فرض اتصال مفصلی را به بهترین نحو برآورده می کند.

۳)به دلیل وجود تنها یک پین برای اتصال هزینه نصب آن پایین است.

۲-۵ عیب این روش نیز به این شرح است:

وجود رواداری بسیار کم در ساخت و نصب که دقت بیشتری را در این مراحل می طلبد.

www.Civilearn.com

فصل سوم

نمونه های اجرایی مهاربند های **BRBF** در پروژه ها:

One rinconhill tower ۱-۳

موقعیت: سانفرانسیسکو، کالیفرنیا، آمریکا:

این برج ۶۴ طبقه در سانفرانسیسکو اولین سازه در نوع خود است که از سیستم BRBF استفاده کرده است، بادبندهای قطری که ستون های خارجی و هسته مرکزی بتنی را به هم متصل می کند، در بین طبقات ۲۶ تا ۳۲ و همچنین طبقات ۵۱ تا ۵۵ قرار دارد، در مجموع ۱۶ عدد قطعات BRBF در این سازه مورد استفاده قرار گرفته است.

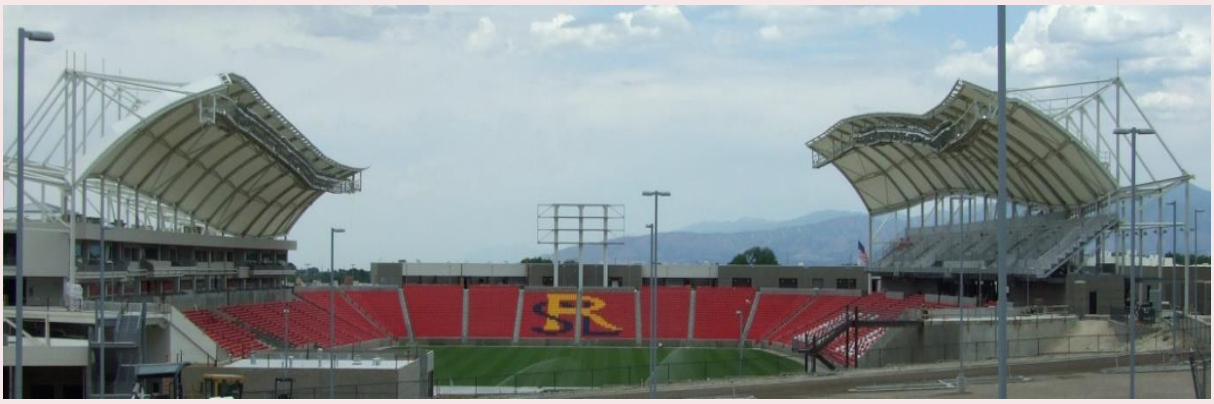
با استفاده از این سیستم ابعاد المان های سازه ای تا حدودی کاهش یافته در نتیجه ستون های کوچکتری استفاده شده و تیرهای محیطی حذف شده اند، به همین دلیل ارزش معماری و در نتیجه قیمت این ساختان به دلیل اینکه شیشه های تمام قد که کال پروژه را می پوشانند در این ساختمان بالا رفته و ایم موضوع حائز اهمیتی برای کارفرمای پروژه داشته است.

www.Civilearn.com

Real soccer lalce stadium ۲-۳

موقعیت: saltlalce city – یوتا – آمریکا:

این استادیوم بزرگ در سال ۲۰۰۸ که گنجایش ۲۰,۰۰۰ نفر را دارد. کاهش زمان ساخت پروژه اهمیت بسیار زیادی داشت که با استفاده از سیستم BRBF ساخت این پروژه کمتر از ۱۰ ماه به طول انجامید. این ساخت سریع و همچنین کاهش میزان آهن آلات مصرفی منجر به کاهش هزینه یک میلیون دلاری (۹/۱ درصد از مجموع هزینه های ساخت پروژه) که ۲۵۰,۰۰۰ دلار آن مستقیماً به خاطر استفاده از این سیستم بوده است.



www.Civilearn.com

۳-۳ آسمان خراش LL Live

موقعیت: لس آنجلس – کالیفرنیا – آمریکا:

این آسمان خراش ۵۶ طبقه که کاربری مسکونی و هتل دارد در مرکز شهر لس آنجلس واقع شده است و شامل سیستم سازه ای BRBF به همراه سیستم دیوار برشی فولادی در ۱۸۶۰ متر مربع در هر طبقه صرفه جویی شده و به جای اینکه این مساحت کاربری سازه ای داشته باشد، می شود تا مجموعاً ۲۰,۰۰۰,۰۰۰ دلار سود اضافه نصیب کارفرما شده است و همچنین ۸,۰۰۰,۰۰۰ دلار در هزینه های ساخت سازه صرفه جویی شود.

www.Civilearn.com

۳-۴ مرکز پزشکی Intermountain medical center :

این مرکز پزشکی عظیم که شامل ساختمان در فضای ۱۱۰ هکتار است در منطقه (Saltlake city) سالت لیک سیتی در یوتای آمریکا واقع شده است. در حدود ۸ کیلومتری این مرکز پزشکی یک گسل فعال وجود دارد که قابلیت تولید زلزله هایی به بزرگی ۷/۳ ریشتر را داراست.

تیم طراحی و ساخت این پروژه موظف بودند یک طرح اقتصادی ارائه دهند که همزمان توانایی انجام خدمات، حتی بعد از یک زلزله بزرگ را داشته باشد.

در طراحی این مرکز پزشکی این موضوع بسیار حیاتی بود که طرح هم اقتصادی بوده و هم صدمات سازه ای و غیر سازه ای ساختمان و تجهیزات پزشکی را به حداقل برساند. برای این منظور یک سیستم سازه ای منحصر به فرد به کار گرفته شد تا نیازهای خاص این مرکز را پوشش دهد. این سازه در برگیرنده سیستم های مقاوم در بابر بارهای جانبی می باشد که شامل سیستم BRBF ، سیستم مهاربندهای هم مرکز (مهاربندهای ضربدری)، دیوار برشی بتنی ویژه و قاب های همشی فولادی ویژه (با استفاده از اتصالات پیچی) است.

یک اتصال جدید BRBF در این پروژه بعد از آزمایش های لازم برای اولین بار مورد استفاده قرار گرفت تا بتواند معیارهای سخت گیرانه این پروژه را رعایت کند و این موضوع باعث کاهش هزینه ۵۰۰,۰۰۰ دلاری و همچنین کوتاه شدن مدت زمان پروژه شد.

در این پروژه سیستم مهاربندی مقاوم در بابر کمانش BRBF به عنوان بهترین گزینه برای مهاربندی بارهای جانبی انتخاب شد. BRBF قابلیت جذب مقدار بسیار زیادی از انرژی بارهای لرزه ای را داراست. به دلیل اینکه مهاربندها در سیکل فشار و کشش قرار می گیرند.

BRBF ها طراحی شده اند تا در برابر بارهای کششی و فشاری به تنش تسلیم برسند در حالی که تیرها و ستون ها همچنان در محدود الاستیک در هنگام وقوع زلزله باقی می مانند.

www.Civilearn.com

آزمایشات نشان داده است که BRBF ها می توانند سیکل های زیادی از تغییر شکل های غیر الاستیک را تحمل نموده در حالیکه مقاومت خود را حفظ می کنند، و همزمان انرژی حاصل از بارهای ارزه ای را به طور قابل ملاحظه ای در خود جذب می نمایند.

استفاده از BRBF ها در این مجموعه بیمارستانی به گونه ای است که با ملاحظات معماری مربوط به قرارگیری کوریدورها، پنجره ها، راه پله ها و آسانسورهای همخوانی داشته باشد.

در بسیاری از موارد راهروها و راه های ورودی از یمان بادبندهای قطری، عبور می کند. در مجموع ۶۴۸ عضو مهاربند BRBF در این پروژه مورد استفاده واقع شده که این موضوع این پروژه را به یکی از بزرگترین پروژه ها در این نوع در آمریکا در مزان طراحی و ساخت خود تبدیل می کند.

مهاربندهای استفاده شده در این پروژه تحت آزمایش های مختلفی در دانشگاه یوتا قرار گرفته اند تا از مقاوم بودن آنها در شرایط ویژه این پروژه اطمینان حاصل گردد.

با استفاده از سیستم BRBF و سایر تکنولوژی های نوین در ساخت این پروژه بزرگ ۱۵,۰۰۰,۰۰۰ دلار کاهش هزینه و کوتاه شدن زمان ساخت پروژه در حدود ۱ سال در زمان ساخت صرفه جویی شد.

www.Civilearn.com

فصل چهارم

ملاحظات هزینه ای Cost considerations:

نصب سیستم های BRBF در پروژه های ساختمانی پرهزینه تر سیستم های معمول بادبندی یا سایر شکل های سازه ای می باشد، اگر چه (R=۷) به همراه دوره غالب پایه ای بالاتر باعث کاهش برش پایه در طراحی در مقایسه با سایر سیستم های بادبندی خواهد شد، کاهش برش پایه ای هزینه بسیاری از سایر المان های سازه ای نظیر قسمت های کششی و فشاری، دیافراگم ها و فونداسیون کاهش خواهد داد.

به طور مثال یک پروژه با پی شمع دار با استفاده از سیستم BRBF می تواند به طور قابل ملاحظه ای از هزینه های خود بکاهد.

برای مثال در یک پروژه در کالیفرنیای آمریکا، مجموع هزینه های با استفاده از سیستم BRBF با سیستم های مشابه بادبندی دیگر برابر بوده است، اگر چه مزایای بسیار BRBF ها نسبت به سیستم های معمولی در عملکرد های سازه ای غیر قابل انکار است.

www.Civilearn.com

نتیجه گیری:

سیستم BRBF یک راه حل بسیار عالی که به طور بالقوه باعث کاهش هزینه ها شده و همچنین رفتار ضعیف سیستم های معمول در برابر کمانش را ندارد (و همین انگیزه ای برای استفاده کارفرمایان از BRBF شده است) این روش انعطاف پذیری بسیار بیشتر و همچنین رفتار ثابت و تکرار پذیر با پایداری در برابر تعداد زیادی بارهای لرزه ای بدون خرابی قابل ملاحظه را ارائه می دهد.

تجزیه و تحلیل و طراحی سازه های BRBF دارای پیچیدگی های اندکی می باشد اما این پیچیدگی ها در حدی نیست که مشکلی برای طراحی و استفاده از این سیستم ها را به همراه داشته باشد. تعدادی هشدارها، نگرانی ها و معایب کوچک در مورد این روش مهاربندی نباید باعث عدم استفاده از این مهاربندهای انعطاف پذیر در بیشتر پروژه های عمرانی گردد با استفاده استانداردهای جدید که کاربرد این نوع بادبند را در خود جای داده اند انتظار می رود که BRBF ها به طور بسیار گسترده ای در قاب های خمشی در ساختمان ها مورد استفاده قرار بگیرد که می تواند بسیاری از ایرادها و معایب سیستم های سنتی و معمول بادبندی را حل نماید.

منابع :

[۱] López.W& Sabelli.R ," Seismic Design of Buckling-Restrained Braced Frames", Steel Tips, pp۱۰-۱۲, July ۲۰۰۴

[۲] Hussain,S & Benschoten,P & Al Satar,M, " Buckling Restrained Braced Frame (BRBF) Structures: Analysis, Design and ApprovalsIssues", Nippon Steel News, No. ۳۳۳,pp ۴-۱۱, September ۲۰۰۵

[۳] Wigle,V & Fahnestock,L , " Buckling-restrained braced frame connection performance ", Journal of Constructional Steel Research , pp ۶۵-۶۹ , ۲۰۱۰

[۴] Adams,D , "Intremountain Medical Center" , STRUCTURE magazine ,pp ۳۳-۳۴ , June ۲۰۰۹

www.Civilearn.com

نویسنده : مهندس میلاد فهیمی

گروه آموزشی – مهندسی سیویلرن

مرجه طراحی و محاسبات ساختمان

مرکز آموزشهای علمی – کاربردی مهندسی عمران

www.Civilearn.com
Civilearn@gmail.com
Info@Civilearn.com
+۹۸ ۹۱۲ ۸۸ ۷۶ ۱۰۰