به نام خدا

مقاله همایش مصالح نوین ساختمانی

موضوع:

سقف دال مجوف دوپوش (U-BOOT)

تهیه کننده:

سید عطاالله امینی زاده

دانشجوی کارشناسی ارشد زلزله

مکان برگذاری:

دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد

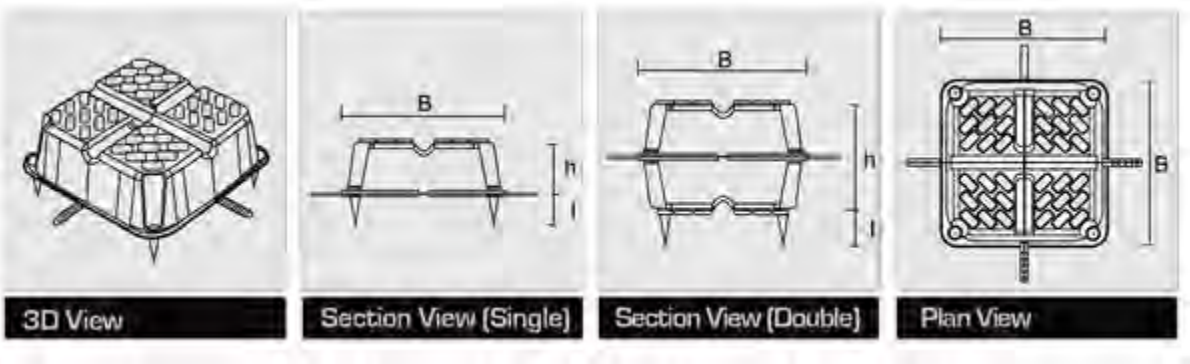
بهمن 92

چکیده:

امروزه ساختمان سازی به روش صنعتی ، علاوه بر سبک سازی ساختمان ، موجب بالا بردن سرعت اجرا و کاهش هزینه های ساختمانی ، مقاوم نمودن ساختمان و بازگشت سریع سرمایه نیز خواهد شد. یکی از فن آوری های جدید مورد استفاده در صنعت ساختمان که در سال ۱۳۸۸ به تایید مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن رسیده، دال مجوف دوپوش (U-boot) دال مجوف که کاربرد آن در سقف و فونداسیون ساختمانها می باشد، از ترکیب نوآورانه بتن، میلگرد و قالب هایی از جنس پلی پروپیلن ساخته می شود. در این مقاله سعی شده است تا آشنایی با این نوع سقف‌ها و آیین نامه‌های طراحی و همچنین نحوه اجرا و مزیت‌های آن و برتری این نوع سقف‌ها نسبت به سقف‌های تیرچه بلوک پرداخته شود.

مقدمه:

یوبوت محصولی پلیمری با پایه پلی پروپلین است که با هدف سبک سازی دال ها در سقف و پی های گسترده‌ی بتنی طراحی شده است. استفاده از یوبوت امکان هم تراز شدن ستون های قارچی شکل با ضخامت دال و یا سقف را فراهم می سازد.این دال با حذف بتن غیر سازه ای و کششی توسط حجم‌های پلاستیکی با حداقل بار مرده و حداکثر بازدهی و باربری به صورت دال تخت مجوف دو محوره همگن کار می کند. این امر موجب می شود که این دال ها تمام مزیتهای دال توپر را داشته باشد، و از هر جهت مانند یک دال صلب و یکپارچه عمل کند ، و از سوی دیگر معایب دال توپر(وزن بالا و ضریب هدایت حرارتی و صوتی بالا) را نداشته باشد.



دال مجوف دوپوش (U-Boot) Voided slab:

سیستم u_boot یک سیستم سازهای از نوع دال دو طرفه مجوف (توخالی) میباشد که در آن در حد فاصل مشهای میلگردی بالا و پایین بلوکهای پلاستیکی توخالی از جنس پلی پروپیلن (pp) جایگزین بتن غیرسازهای در وسط سقف خواهد شد.

سقف مجوف u_boot از دو لایه بتن مسلح تشکیل شده است ، که در بالا و پایین دال بصورت گسترده قرار میگیرد و حد فاصل این دو لایه محصولی به نام u_boot از جنس پلی اتیلن و یا پلی پروپیلن (pp) قرار میگیرد.

این محصول همانند بلوکهای سفالی و پلی استایرنی دارای هندسه مکعبی می باشد که با توجه به نیاز پروژه و محاسبات طراحی، ابعاد مختلفی دارد.

در روند اجرای دالهای مجوف با استفاده از u_boot ، پس از آرماتورگذاری لایه زیرین u_boot ها کنار هم روی شبکه آرماتور زیرین قرار گرفته و پس از قرارگیری آرماتور برشی میانی و همچنین آرماتوربندی لایه فوقانی، بتن ریزی انجام میشود. در نهایت مقطع دال بصورت I شکل درآمده و عملکرد بهتری خواهد داشت.

مشخصات مصالح مورد استفاده در این سیستم:

در ساخت دال های بتن آرمه‌ی مجوف دوپوش U-Boot از مصالح زیر استفاده می گردد:

۱. میلگرد: مشخصات میلگرد مورد استفاده در این دال ها مانند قسمت های دیگر سازه می باشد و سایز آنها از طراحی سازه بدست می آید. معمولا در این دال ها از میلگرد آجدار A3 استفاده می‌شود.

۲. بتن: با توجه به مشخصات این دال ها بتن مورد استفاده باید دارای روانی بیشتری نسبت به اعضای دیگر سازه باشد تا به راحتی زیر قالب های U-Boot حرکت کرده و سطحی صاف ایجاد نمایند. این روانی بتن معمولا توسط افزودنی های فوق روان کننده که باعث ایجاد کاهش مقاومت

نمی‌شوند ایجاد می گردد. مقاومت فشاری بتن در این دال ها مانند دال های بتن آرمه معمولی از طراحی سازه بدست می آید.

۳. قالب های ماندگار U-Boot : قالب های هم شکلی هستند که از پلی پرولین نو و یا بازیافتی ساخته می شوند. این قالب ها پاسخی نو آورانه برای ایجاد فضای خالی داخل بتن و کاهش وزن و میزان بتن مصرفی دال می باشند. از این قالب ها در ابعاد مختلف برای پوشش دهانه های گوناگون استفاده می گردد.

جدول مشخصات فنی U-Boot:

Formwork	Base B	Height H	Feet P	Spacers d	Beam width	Beam interax	U-boot incidence	Concrete saving		Concrete consumption
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	pz/mq	mc/pz	mc/mq	mc/mq
u-16	52x52	16	0-5-7-10	0 e 1,5	12	84	2,44	0,031	0,076	0,084
			0-5-7-10	0 e 1,5	14	86	2,30	0,031	0,071	0,089
			0-5-7-10	0 e 1,5	16	88	2,16	0,031	0,067	0,093
			0-5-7-10	0 e 1,5	18	70	2,04	0,031	0,063	0,097
			0-5-7-10	0 e 1,5	20	72	1,93	0,031	0,060	0,100
u-20	52x52	20	0-5-7-10	0	12	84	2,44	0,039	0,095	0,105
			0-5-7-10	0	14	86	2,30	0,039	0,090	0,110
			0-5-7-10	0	16	88	2,16	0,039	0,084	0,116
			0-5-7-10	0	18	70	2,04	0,039	0,079	0,121
			0-5-7-10	0	20	72	1,93	0,039	0,075	0,125
u-24	52x52	24	0-5-7-10	0 e 1,5	12	84	2,44	0,047	0,115	0,125
			0-5-7-10	0 e 1,5	14	86	2,30	0,047	0,108	0,132
			0-5-7-10	0 e 1,5	16	88	2,16	0,047	0,102	0,138
			0-5-7-10	0 e 1,5	18	70	2,04	0,047	0,096	0,144
			0-5-7-10	0 e 1,5	20	72	1,93	0,047	0,091	0,149
u-32	52x52	32	0-5-7-10	0 e 1,5	12	84	2,44	0,062	0,151	0,169
			0-5-7-10	0 e 1,5	14	86	2,30	0,062	0,142	0,178
			0-5-7-10	0 e 1,5	16	88	2,16	0,062	0,134	0,186
			0-5-7-10	0 e 1,5	18	70	2,04	0,062	0,127	0,193
			0-5-7-10	0 e 1,5	20	72	1,93	0,062	0,120	0,200
u-36	52x52	36	0-5-7-10	0 e 1,5	12	84	2,44	0,070	0,171	0,189
			0-5-7-10	0 e 1,5	14	86	2,30	0,070	0,161	0,199
			0-5-7-10	0 e 1,5	16	88	2,16	0,070	0,151	0,209
			0-5-7-10	0 e 1,5	18	70	2,04	0,070	0,143	0,217
			0-5-7-10	0 e 1,5	20	72	1,93	0,070	0,135	0,225
u-40	52x52	40	0-5-7-10	0 e 1,5	12	84	2,44	0,078	0,190	0,210
			0-5-7-10	0 e 1,5	14	86	2,30	0,078	0,179	0,221
			0-5-7-10	0 e 1,5	16	88	2,16	0,078	0,169	0,231
			0-5-7-10	0 e 1,5	18	70	2,04	0,078	0,159	0,241
			0-5-7-10	0 e 1,5	20	72	1,93	0,078	0,150	0,250
u-44	52x52	44	0-5-7-10	0 e 1,5	12	84	2,44	0,086	0,210	0,230
			0-5-7-10	0 e 1,5	14	86	2,30	0,086	0,198	0,242
			0-5-7-10	0 e 1,5	16	88	2,16	0,086	0,186	0,254
			0-5-7-10	0 e 1,5	18	70	2,04	0,086	0,175	0,265
			0-5-7-10	0 e 1,5	20	72	1,93	0,086	0,166	0,274
u-48	52x52	48	0-5-7-10	0 e 1,5	12	84	2,44	0,094	0,229	0,251
			0-5-7-10	0 e 1,5	14	86	2,30	0,094	0,216	0,264
			0-5-7-10	0 e 1,5	16	88	2,16	0,094	0,203	0,277
			0-5-7-10	0 e 1,5	18	70	2,04	0,094	0,192	0,288
			0-5-7-10	0 e 1,5	20	72	1,93	0,094	0,181	0,299

مبانی طراحی دال مجوف دوپوش U-Boot:

استفاده از این نوع سقف بتنی در ساختمان هایی با اسکلت بتن مسلح مندرج در استاندارد ۲۸۰۰ ایران مجاز است. لازم است ضوابط و محدودیت های لرزه ای مربوط به این ساختمان ها مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران و مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه رعایت شود و در ساخت و طراحی و اجرای اسکلت این ساختمان ها ضوابط مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان ایران و آیین نامه ACI 318-08 رعایت شود. مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران استفاده از این سیستم سقف به همراه ستون های بتن آرمه به عنوان سیستم قاب خمشی منحصرا در ساختمان های ۳ طبقه یا کوتاهتر از ۱۰ متر مجاز است. در صورت تجاوز از این حد تنها در صورتی استفاده از این سیستم سازه ای مجاز است که مقابله با انواع نیروهای جانبی وارده توسط دیوارهای برشی بتن مسلح تامین شود. در این سیستم بخصوص در حالت بزرگ بودن دهانه ها و وجود نیروی ثقلی قابل ملاحظه در نظر گرفتن تمهیدات خاص به منظور کنترل برش سوراخ کننده (برش پانچ) بسیار حائز اهمیت می باشد. این دال ها قابلیت ترکیب با کابل های پیش- تنیده را جهت پوشش دهانه های بزرگ دارد. برای طراحی این دال ها از نرم افزار safe یا adapt استفاده می گردد.

مراحل اجرا:

۱. بستن قالب تخت زیرین دال:

در این مرحله با توجه به تغییرات موجود قالب بندی زیرین دال انجام می گیرد. این قالب ها می‌توانند

از جنس چوب و فلز مدولارباشد.

۲. بستن شبکه آرماتور پایین دال:

شبکه آرماتور پایین طبق نقشه های اجرایی باید به گونه ای بسته شود که حداقل یک میلگرد در بین قالب های U-Boot قرار گیرد.

۳. چیدن قالب‌ها با توجه به نقشه های اجرایی:

۴. بستن آرماتور بالای دال:

در این مرحله شبکه‌ی آرماتور بالای دال بسته شده و هم چنین در صورت نیاز به آرماتورهای برشی این آرماتورها در بین قالب ها قرار می گیرند.

در این مرحله قالب های U-Boot طبق نقشه های اجرایی چیده و فاصله آنها به وسیله بندهای تعبیه شده بر روی آنها تنظیم می گردد.

۵. بتن ریزی لایه ی اول:

در اجرای این نوع دال ها بتن ریزی در دو لایه انجام می شود. لایه اول به ضخامت حدودی ۵ تا ۱۰ سانتی متر (بسته به اندازه ی پایه ی قالب ها)ریخته می شود که باعث می گردد با انجام عمل ویبره، بتن تمام سطح زیر قالبهای ماندگار u-boot را پر نماید.

۶. تکمیل بتن ریزی:

لایه ی دوم بر روی لایه ی اول ریخته می شود تا به ضخامت مورد نظر برسد. باید توجه داشت فاصله‌ی زمانی بین بتن ریزی لایه اول و دوم نباید به قدری باشد که باعث گیرایی لایه‌ی اول شود.

۷. باز کردن قالب ها:

پس از گیرش بتن در زمان تعیین شده در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان قالب های زیر دال جمع شده و به طبقه‌ی دیگر منتقل می شود.

نکات مهم اجرایی :

۱ - جهت اجرای بتن درجا و بمنظور پخش مطلوب بتن در دال پایین از روان کننده استفاده میگردد.

۲ - بمنظور پیشگیری از شناور شدن قطعات سبک پلیمری محتوی هوا، بتن ریزی در در دو مرحله با فاصله زمانی اندک اجرا می‌گردد.

میلگرد گذاری :

در صورت فراهم بودن امکانات کارگاهی، می توان مش را در دو کلاف طولی و عرضی به صورت پیش‌ساخته تهیه نمود.

قالب بندی :

در صورت فراهم بودن امکانات کارگاهی می توان دال پایین را بصورت پیش ساخته تهیه و نصب نمود، در این صورت علاوه بر تسریع عملیات بتون ریزی، به دلیل حذف عملیات قالب بندی، در هزینه و زمان اجرای پروژه صرفه جویی قابل ملاحظه‌ای بعمل می آید.

دال تخت حاصله :

باید توجه داشت که کلیه ی مباحث مربوط به قالب بندی, آرماتوربندی, بتن ریزی, و نگهداری از بتن که در مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان آمده است در مورد این دال ها صادق می باشد و باید به دقت اجرا گردد.

مزایای استفاده از دال های مجوف دوپوش :

۱. ایجاد دهانه‌های بزرگتر و کنسول‌های بلندتر:

استفاده از این تکنولوژی باعث میگردد تا علاوه بر کاهش وزن سقف، سختی آن نیز افزایش یابد که این امر ایجاد دهانههای بزرگتر و کنسولهای بلندتر را امکان پذیر مینماید. این افزایش دهانه باعث آزادی عمل بیشتر در طرح معماری و ایجاد فضاهای خلاقانه، فضاهای باز تجاری، تامین پارکینگ بیشتر و . . . میگردد.

۲. امکان حذف تیرها و ایجاد دال تخت:

با استفاده از این تکنولوژی میتوان تیرهای مو جود در سازه را در صورت وجود دیوار برشی در سازه‌های بیشتر از ۳ طبقه و یا ۱۰ متر، حذف نمود. حذف تیرها باعث ایجاد مزایای زیر میگردد.

- **افزایش ارتفاع مفید طبقات و یا امکان کاهش ارتفاع**
- **کاهش میزان عملیات قالب بندی، آرماتوربندی و بتن ریزی به نسبت دال بتنی معمولی**
- **عبور راحت تر تاسیسات از زیر سقف**
- **امکان حذف سقف کاذب در صورت هماهنگی با تاسیسات**

. امکان ایجاد شکل ها و بازشوهای بزرگ و نامنظم در سقف:

با توجه به حذف تیرها و افزایش سختی سقف، آزادی عمل بیشتری در ایجاد اشکال و بازشوهای بزرگ و نامنظم روی سقف وجود دارد. البته باید توجه داشت که شکل و ابعاد این بازشوها در طراحی سازه لحاظ گردد.

۳. کاهش میزان انتقال صوت، حرارت و لرزش:

با توجه به افزایش سختی دال در استفاده از این تکنولوژی، لرزش این نوع سقفها نسبت به دالهای بتن آرمه معمولی کمتر بوده و باعث اطمینان خاطر بیشتر برای ساکنین میگردد. همچنین به دلیل وجود حفرههای خالی درون سقف، انتقال صوت و حرارت به نحو چشم گیری کاهش مییابد.

۴. بهبود عملکرد لرزه ای :

سیستمهای دال بتنی نسبت به دیگر سیستمهای پوشش سقف، دیافراگم یکپارچه تری تشکیل می‌دهند که باعث بهبود عملکرد لرزهای ساختمان گردد.

۵. امکان ستون گذاری نامنظم:

بر خلاف سازههای بتنی معمولی که ستون گذاری معمولا از آکس بندی منظم پیروی میکند، در این سیستم امکان ستون‌گذاری به صورت نامنظم وجود دارد که در طرحهای معماری حائز اهمیت است.

۶. مقاومت بالا در برابر آتش سوزی و تامین نیازهای فنی مطابق استاندارد۱۸۰

۷. سبک ، ضخامت کم و دوطرفه :

کاهش وزن سازه ، کاهش تغییر شکل و کاهش ابعاد فونداسیون

۸. مقاوم در برابر زلزله : وزن سازه سبک تر است. شکل مجوف دال مقاوم در برابر زلزله

۹. انعطاف پذیری : عدم وجود تیر ، تعداد ستون بتنی کمتر و دهانه های بزرگ طولی تا ۲۰ متر

مزایای اجرائی:

۱) حذف سرستون ها و تیرهای آویزدار.

۲) امکان قالب بندی با روشهای متعارف.

۳) سهولت جابجائی و نصب آسان در محل مورد نظر.

۴) قابلیت تحمل بارهای حین اجرا (۱۵۰ کیلوگرم در هر مربع به ابعاد ۸ سانتی متر) و امکان تردد آسان کارگران.

۵) امکان اجرای نیمه پیش ساخته در صورت وجود امکانات کارگاهی.

۶) سرعت بالا در اجرا به ویژه در حالت نیمه پیش ساخته

مزایای فنی:

۱) امکان حذف تیر بین ستون ها و یا استفاده از تیرهای پنهان بدون آویز که مکان یابی بهینه ستون‌ها را فراهم می نماید.

۲) توزیع متقارن نیروها در نقاط مختلف دال سقف

۳) کاهش تعداد ، ابعاد و تنوع ستون ها

۴) قابلیت طراحی بهتر پلان معکوس به جهت حذف تیرهای میانی

۵) افزایش قابل ملاحظه سختی دال سقف با افزایش جزئی وزن آن که کنترل خیز سقف را تسهیل نموده ، امکان افزایش فاصله ستون‌ها و اجرای سازه های با دهانه بزرگ را فراهم می نماید.

۶) کارائی بهتر سقف از نظر عایق بندی صوتی و لرزش صفحه ای.

۷) کاهش بارهای وارده بر خاک (در صورت استفاده از یوبوت در فونداسیون) و امکان حذف یا کاهش تعداد و ابعاد شمع ها در خاکهای سست

به دلیل عدم نیاز به تیر، ضخامت سقف در تمام نقاط یکسان است لذا ارتفاع مفید طبقات افزایش می‌یابد.

مزایای اقتصادی :

۱) کاهش مصرف بتن و میلگرد در مقایسه با سیستم های جایگزین

۲) امکان استفاده بهینه از فضای داخل ساختمان با کاهش تعداد و ابعاد ستون ها

۳) انعطاف پذیری بسیار زیاد و قابلیت انطباق با معماری های غیر متعارف

۴) کاهش مصرف انرژی جهت برآوردن نیازهای تاسیساتی در ساختمان‌های عمومی بویژه بیمارستانها

۵) به دلیل عدم وجود تیر ، سقف نهایی نیازی به سقف کاذب و ... ندارد.

مزایای سقف یوبوت بتن در مقایسه با سیستم تیرچه بلوک :

۱-افزایش تعدادطبقات

۲-دهانه بزرگتر

۳-کاهش ضخامت سقف

۴-حذف تیرها

۵-کاهش تعداد ستون

۶-کاهش وزن ساختمان

۷-کم شدن ابعاد فونداسیون

۸-کاهش حجم خاکبرداری

۹-عایق صوتی مناسب

گواهینامه ها:

۱-گواهینامه تائیدیه فنی از مرکز تحقیقات و مسکن وزارت راه و شهرسازی.

۲- معرفی در زمره سیستمهای مورد تایید شهرداری تهران در کتاب مصالح استاندارد.

۳- گواهی نامه تست بار بر روی یک نمونه یوبوت ، صادره شده توسط دانشگاه دارمشات.

۴- تست بارگیری و شکست پذیری تائید شده توسط دانشگاه پادوا ایتالیا و...

نتیجه گیری:

۱- از ویژگی های یوبوت احاطه شدن آن در داخل بتن با شبکه های میلگرد سقف است که باعث بوجود آمدن نیروهای دو طرفه عمود بر هم می گردد و کاهش به سزای مصرف میلگرد را در پی دارد.

۲) استفاده از یوبوت با پیشنهاد و طراحی مهندسین محاسب در نقاطی از سقف که بتن نقش سازه ای ندارد موجب سبکی سقف و کمتر شدن هزینه تامین بتن می‌گردد.

۳) دو لایه شبکه میلگرد پایین و بالا نقشی سازه ای از خود بروز می‌دهد، به دلیل شکل هندسی ایجاد شده در فواصل منظم و نزدیک به هم باعث عملکرد عالی در کنترل خیز و ممان اینرسی بالا جهت مقاومت در برابر تغییرات و بارهای وارده می‌گردد.

۴) سایز بندی متفاوت یوبوت (از ۱۳ تا ۵۶ سانتی متر) ، دستیابی به سختی مطلوب را با وزن کمتر امکان‌پذیر می نماید.

۵) سختی بالای سقف اجرا شده با یوبوت امکان حذف تیرهای آویزدار و نیز اجرای بازشوهای بدون ستون را فراهم و دست مهندسین معمار و محاسب را در اجرای نقشه های معماری باز می گذارد تا مطابق درخواست کارفرما و نیاز پروژه با آزادی بسیار زیاد عمل نمایند.

منابع و مراجع:

1) Bubble Deck, Two-Way Hollow Deck, Guð mundur Bjö rnson, September 2003.

2) Investigations On The Shear Capacity Of Biaxial Hollow Slabs , Markus Aldejohann, Martina Schnellenbach-Held, Test Results and Evaluation, Darmstadt Concrete 18 ,(2003).

3) German Test Certificate No. P-SAC02/IV-065 , Fire Resistance Rating F30 to F180 ,June 2002.

4) Bubble Deck Voided Flat ,Slab Solutions Technical Manual & Documents ,June 2008.

5) Bubble Deck Acoustic, Tests and Reports, White Lodge, Wellington Road, March 2006.

6) The Two Way Hollow Deck, The Way to New Solutions, Bubble Deck Design.

۷)علی خیرالدین، جواد حداد، سعید فامیلی" استفاده از سقف های بادکنکی جهت سبک سازی ساختمان ها در برابر زلزله"، اولین همایش بین المللی زلزله و سبک سازی ساختمان ، دانشگاه قم، مهر84

پایان