

سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک

تو خالی ماندگار پلی پروپلین (U-Boot)

محل ضرب مهرهای تحت کنترل - منسوخ							۰۳
							۰۲
							۰۱
						سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار پلی پروپلین (U-Boot)	۰۰
	تاریخ انتشار	تصویب	تأیید	بررسی	تهیه	شرح	REV

سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار پلی پروپلین (U-Boot)										
صفحه: ۲		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
خرداد ۹۳								۰۱		

فهرست مطالب

۳	مقدمه
۳	تاریخچه یوبوت
۳	معرفی سقف یوبوت
۴	مشخصات مصالح
۵	مبانی طراحی
۶	اجرا
۱۰	مزایا

سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار پلی پروپیلین (U-Boot)									
صفحه: ۳		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	
خرداد ۹۳								۰۱	

مقدمه

سقف های بتن مسلح به دلیل نیاز به کنترل تغییر شکل ها و ترک ها، بسیار مورد توجه و گاه محدود به دهانه های کوچک می شوند. حال اگر بتوان مقطع سقف های بتن مسلح، به ویژه دال ها را به نحوی بهبود بخشید که بتواند علاوه بر تأمین ضوابط کنترلی، در دهانه های بزرگ نیز مجاز به استفاده باشد و هم چنین در مقایسه با دال های مشابه از وزن کمتری برخوردار باشد، می توان به شیوه جدیدی در روش اجرای دال های بتن مسلح دست یافت. سقف های مجوف بتن مسلح، از دولایه بتن مسلح تشکیل شده است که در بالا و پائین دال و بطور گسترده قرار می گیرد و حد فاصل این دولایه با نوعی بلوک توخالی U-BOOT که از جنس پلی اتیلن می باشد، پر شده است. این محصول همانند بلوک های سفالی یا پلی استایرن دارای هندسه های مکعبی اما مجوف می باشد که با توجه به نیاز پروژه و محاسبات طراحی، ابعاد مختلفی دارند.

تاریخچه یوبوت

در اواخر قرن بیستم میلادی، مهندسين ایتالیایی با تحقیق بر روی سقف های مختلف به ویژه دالهای بتنی به جهت بهینه سازی آن و رسیدن به مقاومت مناسب در برابر زلزله و همچنین استفاده از دهانه های بلند و کاهش مصرف آرماتور و بتن، سیستم دال مجوف یوبوت را ابداع و به دنیا معرفی کردند و باتوجه به مزایای بارز آن، در کشورهای مختلف جهان بویژه کشورهای اروپائی مورد استقبال گسترده ای قرار گرفته و در سال ۸۷ پس از ورود به ایران، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن وزارت راه و شهرسازی مورد بررسی قرار گرفته و موفق به اخذ تاییدیه فنی از آن مرکز شده است و تا کنون در بیش از ۱,۰۰۰,۰۰۰ متر مربع سقف ساختمانهای مختلف در اقصی نقاط کشور از دال مجوف یوبوت استفاده شده است.

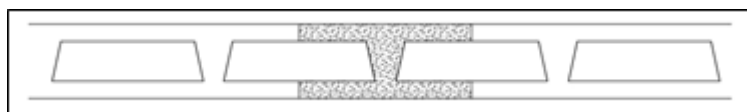
معرفی سقف یوبوت

سقف نوبن (U-Boot) یک سیستم سازه ای از نوع دال دو طرفه مجوف (توخالی) می باشد که در آن در حد فاصل مش های میلگردی بالا و پایین بلوک های پلاستیکی توخالی از جنس پلی پروپیلن بنام یوبوت جایگزین بتن غیرسازه ای در وسط سقف خواهد شد. دال های مجوف با مقطع T شکل در ایران قدمت طولانی دارد و در بسیاری از پل های درون شهری و ساختمان های عمومی همچون دانشگاه ها و سالن های همایش و ادارات مورد استفاده واقع شده است. سقف نوبن (U-Boot) با مقطع I شکل، سیستم بهبود یافته همان دال های مجوف T شکل می باشد که نقاط ضعف آن همچون وزن زیاد، مشکلات اجرایی و ... را برطرف نموده است.



شکل ۱: دال مجوف با مقطع T شکل (سیستم متداول)

سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار پلی پروپلین (U-Boot)									
صفحه: ۴		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	
خرداد ۹۳								۰۱	



شکل ۲: سقف U-Boot با مقطع I شکل

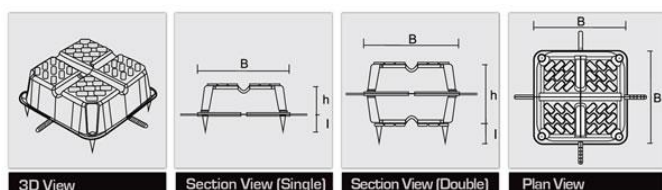
مشخصات مصالح

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

میلگرد: مشخصات میلگرد مورد استفاده در این دال ها مانند قسمت های دیگر سازه می باشد و ساینز آنها از طراحی سازه بدست می آید. معمولاً در این دال ها از میلگرد آجدار A3 استفاده می شود.

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 معمولاً توسط افزودنی های فوق روان کننده که باعث ایجاد کاهش مقاومت نمی شوند ایجاد می گردد. مقاومت فشاری بتن در این دال ها مانند دال های بتن آرمه معمولی از طراحی سازه بدست می آید.

قالب های ماندگار U-Boot: قالب های هم شکلی هستند که از پلی پروپلین 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.



شکل ۳: قالب U-Boot

سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار پلی پروپلین (U-Boot)										 گروه مهندسیین
صفحه: ۵		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
خرداد ۹۳								۰۱		

U-Boot Beton® parameter and consumption table

Formwork	Base	Height H	Feet p	Spacers d	Joist width	Joist centre distance	U-Boot incidence	Concrete saving		Concrete consumption
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	pcs/m ²	m ³ /pcs	m ³ /m ²	m ³ /m ²
u - 10	52 x 52	10	0-5-6-7-8-9-10	0,8	12	64	2,44	0,021	0,051	0,049
					14	66	2,30		0,048	0,052
					16	68	2,16		0,045	0,055
					18	70	2,04		0,043	0,057
					20	72	1,93		0,041	0,059
u - 13	52 x 52	13	0-5-6-7-8-9-10	0,8	12	64	2,44	0,026	0,068	0,062
					14	66	2,30		0,064	0,066
					16	68	2,16		0,061	0,069
					18	70	2,04		0,057	0,073
					20	72	1,93		0,054	0,076
u - 16	52 x 52	16	0-5-6-7-8-9-10	0,8	12	64	2,44	0,031	0,076	0,084
					14	66	2,30		0,071	0,089
					16	68	2,16		0,067	0,093
					18	70	2,04		0,063	0,097
					20	72	1,93		0,060	0,100
u - 20	52 x 52	20	0-5-6-7-8-9-10	0,8	12	64	2,44	0,039	0,095	0,105
					14	66	2,30		0,090	0,110
					16	68	2,16		0,084	0,116
					18	70	2,04		0,079	0,121
					20	72	1,93		0,075	0,125
u - 23*	52 x 52	23	0-5-6-7-8-9-10	0,8	12	64	2,44	0,049	0,120	0,110
					14	66	2,30		0,112	0,118
					16	68	2,16		0,106	0,124
					18	70	2,04		0,102	0,130
					20	72	1,93		0,095	0,135
u - 24	52 x 52	24	0-5-6-7-8-9-10	0,8	12	64	2,44	0,047	0,115	0,125
					14	66	2,30		0,108	0,132
					16	68	2,16		0,102	0,138
					18	70	2,04		0,096	0,144
					20	72	1,93		0,091	0,149
u - 26*	52 x 52	26	0-5-6-7-8-9-10	0,8	12	64	2,44	0,052	0,127	0,133
					14	66	2,30		0,119	0,141
					16	68	2,16		0,112	0,148
					18	70	2,04		0,106	0,154
					20	72	1,93		0,100	0,160
u - 28	52 x 52	28	0-5-6-7-8-9-10	0,8	12	64	2,44	0,053	0,129	0,151
					14	66	2,30		0,122	0,156
					16	68	2,16		0,115	0,165
					18	70	2,04		0,108	0,172
					20	72	1,93		0,102	0,178
u - 29*	52 x 52	29	0-5-6-7-8-9-10	0,8	12	64	2,44	0,059	0,144	0,146
					14	66	2,30		0,135	0,155
					16	68	2,16		0,128	0,162
					18	70	2,04		0,120	0,170
					20	72	1,93		0,114	0,176
u - 32*	52 x 52	32	0-5-6-7-8-9-10	0,8	12	64	2,44	0,062	0,151	0,169
					14	66	2,30		0,142	0,178
					16	68	2,16		0,134	0,186
					18	70	2,04		0,127	0,193
					20	72	1,93		0,120	0,200
u - 33*	52 x 52	33	0-5-6-7-8-9-10	0,8	12	64	2,44	0,067	0,164	0,166
					14	66	2,30		0,154	0,176
					16	68	2,16		0,145	0,185
					18	70	2,04		0,137	0,193
					20	72	1,93		0,129	0,201

* Composed of two single elements

شکل ۴: مشخصات فنی U-Boot

مبانی طراحی

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

سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار پلی پروپلین (U-Boot)										
صفحه: ۶		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
خرداد ۹۳								۰۱		

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 .

Application table for double floors continuous square area and increasing span												
Span	Imposed loads	Ht	S1	S2	U-Boot Height	Beam width	Inertia	Concrete Volume	Max. sag (centre)	Min. sag (Mid-Span)	Steel area (centre)	Steel area (Mid-Span)
m	Kg/m ²	cm	cm	cm	cm	cm	cm ⁴ /m	m ³ /m ²	cm	cm	cm ²	cm ²
6	350	26	5	5	16	12	132882	0,184	0,15	0,11	1,68	3,21
8	350	30	10	4	16	14	211416	0,229	0,35	0,26	2,88	5,51
10	350	40	10	6	24	14	484361	0,292	0,43	0,32	3,83	7,33
12	350	48	10	6	32	14	801691	0,337	0,60	0,45	5,01	9,57
14	350	50	10	8	32	14	921758	0,357	1,01	0,75	6,80	12,99
16	350	58	10	8	40	16	1387174	0,412	1,27	0,95	8,40	16,05
18	350	66	10	8	48	16	1977912	0,457	1,54	1,15	10,03	19,17
20	350	68	10	10	48	16	2202379	0,477	2,18	1,63	12,41	23,70

The above quoted values are indicative and intended as a support to preliminary planning. The loads considered are their own weight plus 350 kg/m²

شکل ۵: مشخصات اولیه برای دهانه های مختلف (به صورت تقریبی)

اجرا

بستن قالب تخت زیرین دال

در این مرحله با توجه به تغییرات موجود قالب بندی زیرین دال انجام می گیرد. این قالب ها می توانند از جنس چوب، پلی وود، فلز و یا کارتن پلاست باشد.



شکل ۶: قالب بندی

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.

سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار پلی پروپلین (U-Boot)										
صفحه: ۷		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
خرداد ۹۳								۰۱		



شکل ۷: بستن شبکه آرماتورهای پائین

چیدن قالب ها با توجه به نقشه های اجرایی

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



شکل ۸: چیدن قالب های *U-Boot*

بستن آرماتور بالای دال

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

سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار پلی پروپلین (U-Boot)										
صفحه: ۸		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
خرداد ۹۳								۰۱		



شکل ۹: بستن شبکه آرماتورهای فوقانی

بتن ریزی لایه ی اول

در اجرای این نوع دال ها بتن ریزی در دو لایه انجام می شود. لایه اول با افزودن روان کننده به بتن، 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.



شکل ۱۰: بتن ریزی لایه اول

تکمیل بتن ریزی:

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

سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار پلی پروپلین (U-Boot)									
صفحه: ۹		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	
خرداد ۹۳								۰۱	



شکل ۱۱: بتن ریزی تکمیلی

باز کردن قالب ها

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



شکل ۱۲: باز کردن قالب ها

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.

سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار پلی پروپیلین (U-Boot)									
صفحه: ۱۰		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	
خرداد ۹۳								۰۱	

مزایا

- ایجاد دهانه های بزرگتر و کنسول های بلندتر: استفاده از این تکنولوژی باعث می گردد تا علاوه بر کاهش وزن سقف، سختی آن نیز افزایش یابد که این امر ایجاد دهانه های بزرگتر و کنسول های بلندتر را امکان پذیر می نماید. این افزایش دهانه باعث آزادی عمل بیشتر در طرح معماری و ایجاد فضاهای خلاقانه، فضاهای باز تجاری، تامین پارکینگ بیشتر و ... می گردد.
- امکان حذف تیرها و ایجاد دال تخت: با استفاده از این تکنولوژی می توان تیرهای موجود در سازه را در صورت وجود دیوار برشی در سازه های بیشتر از ۳ طبقه و یا ۱۰ متر، حذف نمود. حذف تیرها باعث ایجاد مزایای زیر می گردد.
- 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.
- کاهش میزان انتقال صوت، حرارت و لرزش: با توجه به افزایش سختی دال در استفاده از این تکنولوژی، لرزش این نوع سقف ها نسبت به دال های بتن آرمه معمولی کمتر بوده و باعث اطمینان خاطر بیشتر برای ساکنین می گردد. همچنین به دلیل وجود حفره های خالی درون سقف، انتقال صوت و حرارت به نحو چشم گیری کاهش می یابد.
- بهبود عملکرد لرزه ای: سیستم های دال بتنی نسبت به دیگر سیستم های پوشش سقف، دیافراگم یکپارچه تری تشکیل می دهند که باعث بهبود عملکرد لرزه ای ساختمان گردد.
- امکان ستون گذاری نامنظم: بر خلاف سازه های بتنی معمولی که ستون گذاری معمولاً از آکس بندی منظم پیروی می کند، در این سیستم امکان ستون گذاری به صورت نامنظم وجود دارد که در طرح های معماری حائز اهمیت است.
- کاهش آلودگی محیط زیست (دوستدار محیط زیست): با توجه به استفاده از مواد بازیافتی در تولید بلوک های یوبوت در سقف، مزایای زیر از جمله مزایای زیست محیطی این سقف می باشد.
 - عدم نیاز به مواد پتروشیمی و نفتی، در نتیجه جلوگیری در هدر رفت سرمایه های ملی.
 - عدم تولید گاز سمی در فرآیند تولید و استفاده.

سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار پلی پروپیلین (U-Boot)										
صفحه: ۱۱		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
خرداد ۹۳								۰۱		

- راهکار مناسب در جهت دفع زباله های پلاستیکی از دل طبیعت.
- عدم انتشار دود و گاز سمی در زمان وقوع حریق در ساختمان.
- o افزایش مقاومت در برابر حریق: بر اساس استاندارد اروپا (رفتار سازه در برابر حریق) این سقف قابلیت مقاومت در برابر آتش سوزی با دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد را بیش از سه ساعت دارد.