بلوک های سقفی غیر ماندگار PSP
شرکت PSP طراح و مجری تخصصی سقف های وافل
PARS
STRUCTURE
PREFAB
WAFFLE SLAB SERVICES
مستحکم ■ زیبا ■ اقتصادی

مقدمه

PARS STRUCTURE PREFAB

شرکت پیش تنیده ساز پارس در سال ۱۳۷۵ در شیراز تاسیس و تا کنون در زمینه طراحی و اجرای ساختمان های بتنی و فلزی با سقف های تیرچه و بلوک، دال های بتنی ساده، پیش تنیده و وافل فعالیت داشته است.
در حال حاضر نظر به توسعه روزافزون دانش مهندسی ساختمان در کشور و بهره گیری از فناوری های جدید با هدف استفاده بهینه از مصالح و نیروی انسانی و افزایش عمر ساختمان، دال های وافل به عنوان گزینه مناسب در اکثر ساختمان های مسکونی، اداری، پارکینگ های طبقاتی و... مورد استفاده قرار می گیرند.
شرکت پیش تنیده ساز پارس این افتخار را دارد که با تولید صنعتی قالبهای PSP با شماره ثبت اختراع ۳۰۱۰۴۲۸ سهمی کوچک در پیشبرد صنعت ساختمان کشور داشته باشد. مجموعه حاضر مرور مختصری بر استفاده از فناوری دالهای دوطرفه میباشد. در این مجموعه ابتدا تاریخچه و اصول حاکم بر این فناوری بیان گردیده و سپس تجهیزات مورد استفاده، مراحل اجراء و مزایای دالهای دوطرفه معرفی شده است.

تاریخچه

PARS STRUCTURE PREFAB

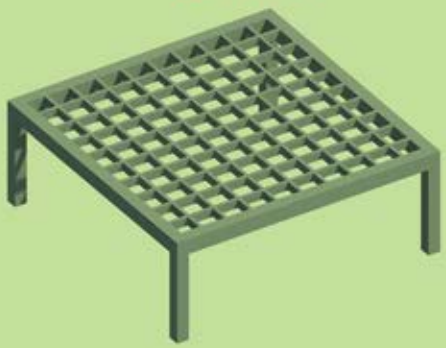
ایده دال دو طرفه وافل در دهه اول قرن بیستم میلادی مطرح گردید و تحقیقات مختلفی روی آن انجام گرفت و در نهایت این روش از سال ۱۹۲۰ در زمینه های مختلف سازه ای در آمریکا مورد استفاده قرار گرفت و به علت کارایی مناسب در سقفهای با دهانه های بزرگ و حتی در فونداسیونها کاربرد آن به سرعت افزایش یافت.

معرفی و عملکرد دال وافل

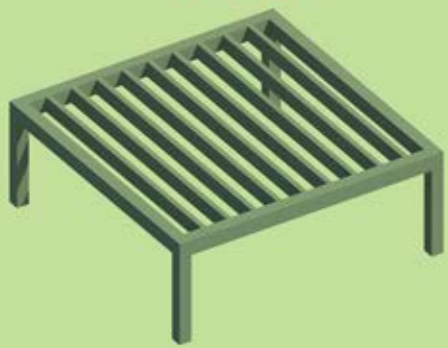
دال دو طرفه وافل به سقف هایی گفته می شود که در آن با ایجاد حفره های خالی در سقف باعث سبک شدن آن می شود و مقطع بتنی باقیمانده که وزن کمتری نسبت به مقطع کامل بتنی دارد وظیفه تحمل تنش های داخلی را داشته و از سختی لازم نیز جهت کنترل خیز سقف در کوتاه مدت و بلند مدت برخوردار می باشد.
این نوع سقف در رده دال های دو طرفه قرار دارد که با وزن سبک و ضخامت کمتر و صلبیت زیاد و توزیع بار یکنواخت کمک بسزایی در اجرای دهنه های بلند و همچنین تقسیم و انتقال نیرو های زلزله به قابهای خمشی و دیوار های برشی را دارد به نحوی که با کاهش وزن کلی ساختمان، مقدار قابل ملاحظه ای در مصرف مصالح کل ساختمان صرفه جویی اقتصادی خواهد شد.

مقایسه دال دوطرفه و دال یک طرفه با دهانه مساوی و اعمال بار مشابه

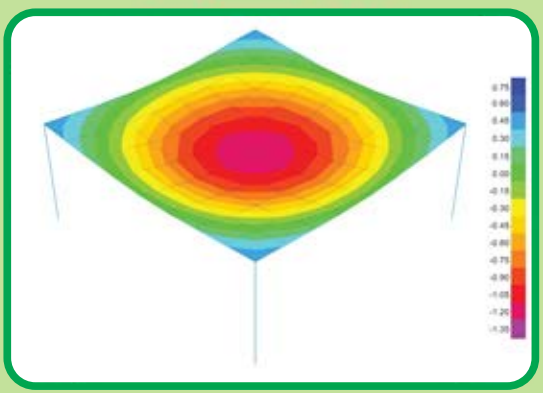
دال دو طرفه



دال یک طرفه

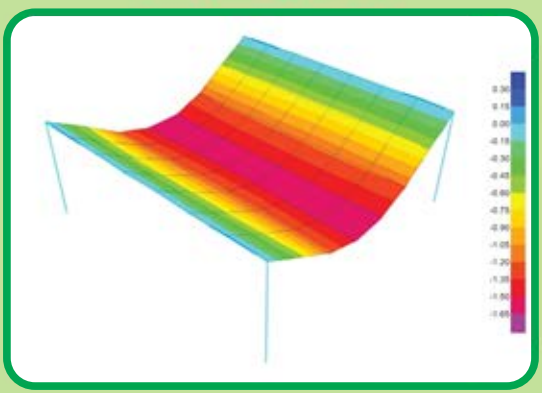


ضخامت کمتر سقف

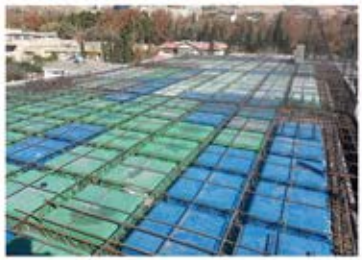


« عملکرد لرزه ای بهتر
« توزیع بار یکنواخت
« ضخامت کمتر سقف
« حذف آویز تیر ها

ضخامت بیشتر سقف



مراحل اجرای دال وافل



۱- قالب بندی زیر سقف

در این سیستم قالب های سقفی PSP به گونه ای طراحی شده اند که قالب بندی زیر سقف شبیه سقف تیرچه و بلوک می باشد و بر خلاف دیگر دال ها احتیاج به کف بندی کامل سقف نمی باشد. بنابراین با صرف کمترین زمان و هزینه، قالب بندی انجام می گیرد. اعمال خیز منفی مناسب نیز قبل از اجرای بتن‌ریزی سقف، متناسب با دهانه‌ها اعمال می‌گردد.

۲- نصب قالبهای PSP

بعد از قالب بندی سقف، نصب بلوک های غیرماندگار PSP طبق نقشه اجرائی انجام می پذیرد.

۳- آرماتوربندی

ساخت خرپاهای اصلی دال از جمله طراحی این شرکت می باشد که در حین اجرا احتیاج به فضا ساز یا Spacer نمی باشد و پس از نصب قالبهای PSP این خرپاها نصب خواهند شد.

۴- بتن ریزی

بعد از بستن آرماتورها و قرارگیری آنها روی سقف، بتن ریزی انجام می شود. در این مرحله باید طبق معمول در مورد ویبره زدن بتن در کلاف ها و اطراف ستون ها دقت کافی بعمل آید.

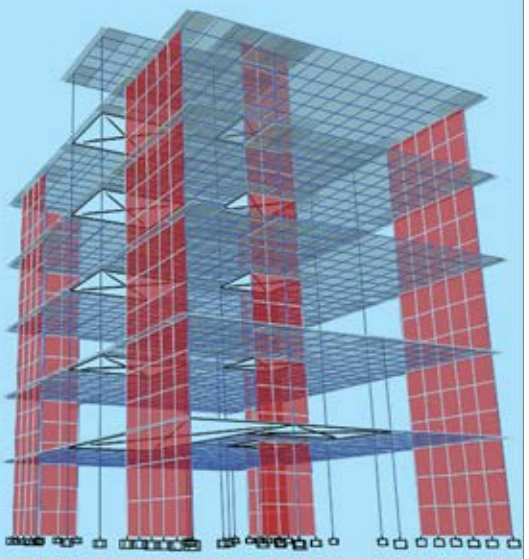
۵- باز کردن قالبهای PSP

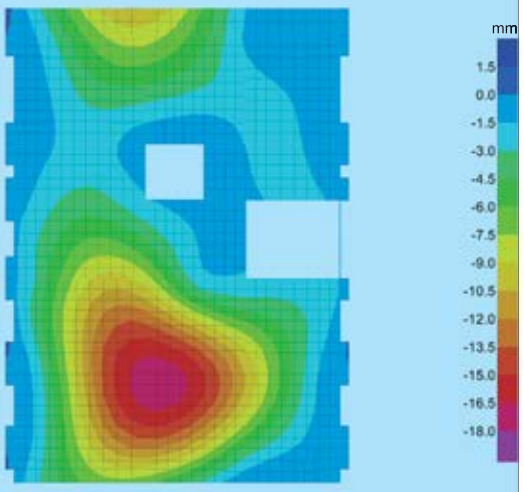
پس از بتن ریزی و گذشت زمان مورد احتیاج، قالب بندی زیر سقف باز شده و سپس قالبهای PSP از درون سقف خارج تا برای استفاده مجدد آماده گردند.

الزامات فنی و نحوه محاسبات سقفPSP

محاسبات دستی دال وافل طبق آیین نامه ACI همانند یک دال بتنی ساده انجام می گیرد و به کمک نرم افزارهای ETABS و SAFE انجام این محاسبات امکان پذیر خواهد بود.

رفتارهای خمش و برش و خیز کوتاه مدت و بلند مدت سقف و همچنین کنترل برش یک طرفه و دو طرفه (سوراخ کننده) و سایر ملزومات فنی دیگر در دو حالت دستی و نرم افزاری قابل محاسبه و کنترل می باشند.





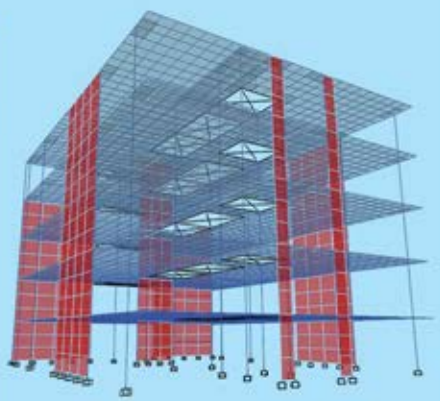
الزامات فنی و نحوه محاسبات سقفPSP

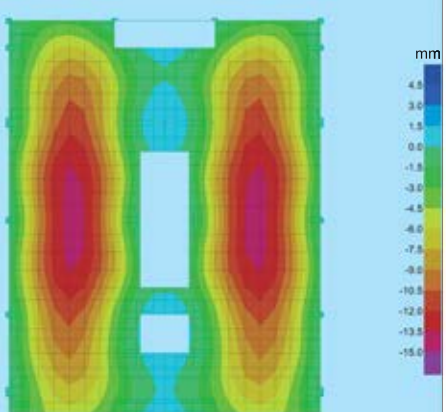
در طراحی لرزه‌ای سقف کنترل دو نکته دارای اهمیت حیاتی است :

اولاً درجه صلبیت دیافراگم سقف باید بر اساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ تعیین گردد.

ثانیاً با توجه به عملکرد صحیح لرزه‌ای در زمینه انتقال نیروی برشی زلزله از دیافراگم سقف به عناصر باربر جانبی باید در دیافراگم، عناصر جمع کننده (Collector) و عناصر لبه (Chord) پیش‌بینی گردد .

دال های دو طرفه دارای خاصیت پخش بار به صورت دو طرفه هستند، این دال ها با خاصیت غشایی (Membrane) مدل می شوند و نرم افزارETABS تنها میتواند در انتقال نیروهای دال به قابهای خمشی کمک بسزایی نماید و قادر نخواهد بود دال را تحلیل نماید، پس در نهایت با انتقال نیروها به نرم افزار SAFE دال را طراحی می کنیم.





مزایای فنی سقف وافل

۱- جذب کمتر نیروهای زلزله و بهبود عملکرد لرزه ای به علت سبک بودن و پیوستگی کامل دیافراگمی سقف وافل PSP

۲- خیز کمتر سقف PSP در دراز مدت نسبت به سایر سقفهای مشابه به علت یکپارچه بودن و سبک بودن آن

۳- عایق صوت و مقاوم در برابر آتش سوزی به علت عدم استفاده از هرگونه مواد پلاستیکی و پلی استایرن ماندگار در سقف

۴- قابلیت اجرا و نصب رابیتس با شیوه نوین بر روی سقف PSP با ۶۰% کاهش هزینه سقف کاذب

۵- قابلیت عبور تاسیسات از زیر سقف

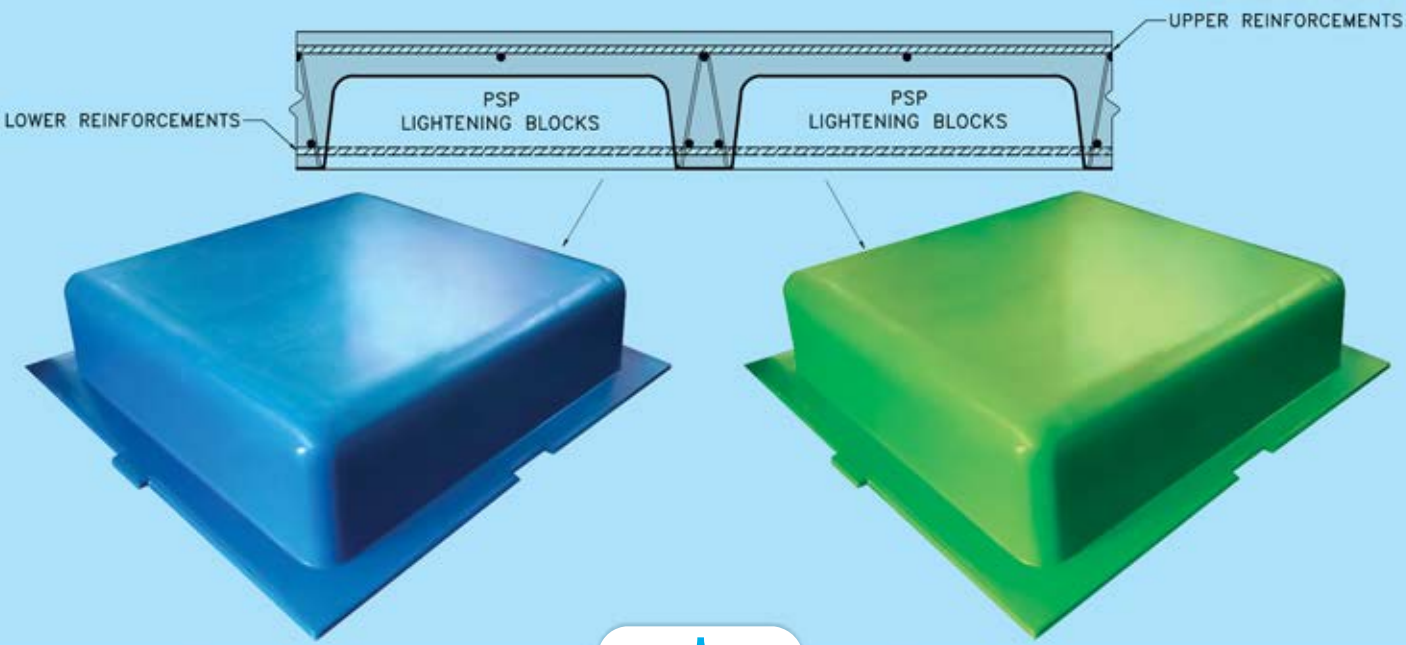
۶- قابلیت اجرا بر روی اسکلتهای فلزی

مزایای معماری سقف وافل PSP

۱- اجرای دهانه های بلند تا بیش از ۱۲ متر به علت سبک بودن سقف وافل PSP
۲- اجرای کنسولها با پیشروی بیشتر به علت سبک بودن سقف وافل PSP
۳- حذف آویز تیرهای میانی سازه
۴- افزایش ارتفاع کف تا کف سقفها به علت کاهش ضخامت هر سقف (با توجه به دهنه های مختلف سازه ضخامت هر سقف بین ۲۲ تا ۲۵ سانتیمتر می باشد)
۵- امکان ایجاد فضای بیشتر و موثر بین ستون های پارکینگ جهت پارک ۴و۵ خودرو به علت اجرای دهانه های بلند
۶- امکان ستون گذاری نامنظم
۷- حذف تیرهای مورب و ستونهای غیر ضروری متناسب با سقف PSP
۸- حذف سرگیر احتمالی در رامپ پارکینگها به علت کاهش ضخامت سقفهای PSP
۹- امکان استفاده از طراحی منحصر بفرد درون حفره های وافل و نورپردازی زیبا داخل آنها و عدم اجرای سقف کاذب
۱۰- قابلیت اجرا و نصب آسان شاسی کشی کناف بر روی سقف PSP

مزایای منحصر به فرد قالبهای PSP

۱- کاهش قابل ملاحظه ضخامت سقف با توجه به شکل و ابعاد قالب های **PSP**
۲- قابلیت ویبره شدن بتن در اطراف قالبها و تمامی نقاط سقف با توجه به شکل ظاهری قالب های **PSP**
۳- عدم ریزش بتن و هدر نرفتن آن به علت قفل شدن حاشیه قالب های **PSP** در یکدیگر
۴- تغییر نکردن شکل ظاهری قالب ها در حین بتن ریزی به علت تقویت رویه قالب های **PSP**
۵- جابه جا نشدن قالب ها نسبت به یکدیگر در حین بتن ریزی و حفظ عرض موثر تیرچه به علت قفل شدن قالب های **PSP** در یکدیگر
۶- قابلیت تحمل بار متمرکز در حین اجرا بر روی قالب ها تا ۲۴۰ کیلوگرم
۷- قابلیت حمل و بارگیری سریع و اقتصادی قالب ها در کمترین حجم
۸- بدون کف بندی کامل زیر سقف به علت طراحی ویژه قالب های **PSP**
۹- قابلیت استفاده از هر قالب طی دفعات متعدد به علت غیر ماندگار بودن قالب های **PSP**
۱۰- محبوس نشدن گاز درون دال در حین آتش سوزی با توجه به غیر ماندگار بودن قالب های **PSP**
۱۱- افزایش مقاومت نهایی بتن سقف **PSP** به علت نگه داشته شدن رطوبت در دوره ی پرورده شدن بتن
۱۲- محاسبات مطابق با آیین نامه طراحی دال **ACI**



مزایای اقتصادی سقف وافل PSP

۱- کاهش وزن کلی ساختمان

۲- کاهش حجم میلگرد و بتن فونداسیون

۳- کاهش ضخامت و حجم کلیه دیوارهای برشی

۴- کاهش حجم و ابعاد کلیه ستونها و تیرها

۵- کاهش مصالح ساختمانی که معادل با کاهش کلیه هزینه ها تا میزان ۳۰% نسبت به سایر اسکلتهای بتنی می باشد.

۶- افزایش سرعت اجرا به علت استفاده نکردن از کف بندی کامل نسبت به سایر سقفهای مشابه

۷- افزایش سرعت اجرا به علت عدم حمل تیرچه های سنگین جهت هر سقف نسبت به سقف تیرچه بلوک

۸- افزایش تعداد طبقات در ساختمانهای بلند مرتبه (با توجه به محدودیت ارتفاعی ساختمان) به علت کاهش ضخامت سقفهای PSP

۹- کاهش ارتفاع کلی ساختمان به علت کاهش ضخامت سقفها

مقایسه اقتصادی سقف PSP با سقف های مشابه

دال بتنی ساده

مقایسه وزن دال و مصرف بتن و میلگرد برای یک سقف به ابعاد ۱۰ x ۱۰ متر

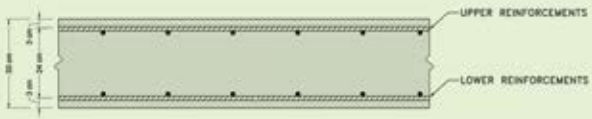
ضخامت دال	وزن دال	مصرف بتن	وزن میلگرد

30 cm

2500 kg/m³ X 0.3 m X 1m X 1m = 750 kg در یک متر مربع

0.3 m X 1m X 1m = 0.3 m³ در یک متر مربع

Ø12@20 cm Top & Bot = 17.5 kg در یک متر مربع



دال بتنی با قالب ماندگار مکعبی

ضخامت دال	وزن دال	مصرف بتن	وزن میلگرد

32 cm

(0.32 m X 0.7m X 0.7m) - (0.18m X 0.52m X 0.52m) = 0.1081 m³

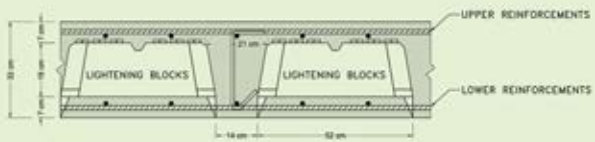
حجم واقعی دال — حجم خالی دال — حجم پر دال

2500 kg/m³ X 0.1081 m³ = 270 kg — 270 kg / (0.7m X 0.7m) = 550 kg در یک متر مربع

(0.32 m X 0.7m X 0.7m) - (0.18m X 0.52m X 0.52m) = 0.1081 m³

0.1081 m³ / (0.49) = 0.22 m³ در یک متر مربع

Ø12@32 cm Top & Bot = 12.5 kg در یک متر مربع



دال بتنی با قالب ماندگار کروی

ضخامت دال	وزن دال	مصرف بتن	وزن میلگرد

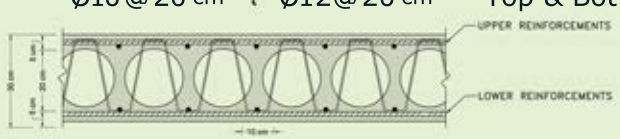
30 cm

(0.30m X 1m X 1m) - 16 X (4/3 X π X 0.1³) m³ = 0.232 m³

2500 kg/m³ X 0.232 m³ / 1m² = 580 kg/m²

(0.30m X 1m X 1m) - 16 X (4/3 X π X 0.1³) m³ = 0.232 m³ در یک متر مربع

Ø10@20 cm ، Ø12@20 cm Top & Bot = 15.8 kg وزن میلگرد پنل + در یک متر مربع

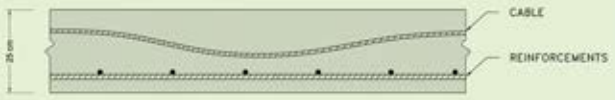


مقایسه اقتصادی سقف PSP با سقف های مشابه

دال بتنی پیش تنیده

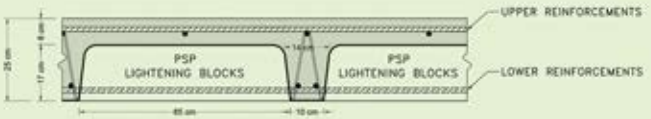
مقایسه وزن دال و مصرف بتن و میلگرد برای یک سقف به ابعاد ۱۰ X ۱۰ متر

ضخامت دال	25 cm	
وزن دال	(0.25 m X 1m X 1m) = 0.25 m³	
	2500 kg/m³ X 0.25 m³ / 1m² = 625 kg	در یک متر مربع
مصرف بتن	(0.25 m X 1m X 1m) = 0.25 m³	در یک متر مربع
وزن میلگرد	Ø 10 @ 20 cm = 7 kg	
وزن کابل	5.5 kg	



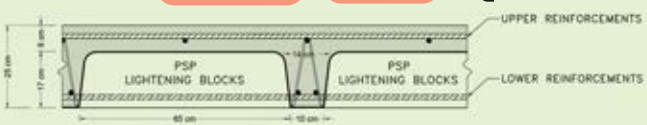
دال بتنی با تیر T شکل با بلوک PSP

ضخامت دال	25 cm	
وزن دال	(0.25m X 0.75m X 0.75m) - (0.17m X 0.65m X 0.65m) = 0.0688 m³	
	2500 kg/m³ X 0.0688 m³ = 170 kg — 170 kg / (0.75m X 0.75m) = 305 kg	در یک متر مربع
مصرف بتن	(0.25m X 0.75m X 0.75m) - (0.17m X 0.65m X 0.65m) = 0.0688 m³	
	0.0688 m³ / (0.75m X 0.75m) = 0.122 m³	در یک متر مربع
وزن میلگرد	Ø 14 @ 75 cm Top & Bot = 8.3 kg	در یک متر مربع



مقایسه سقف PSP با سقف تیرچه و بلوک با دهانه ۷/۵ متر

ضخامت دال	23 cm	
وزن سقف	260 kg	در یک متر مربع
مصرف بتن	0.103 m³	در یک متر مربع
وزن میلگرد	7.1 kg	در یک متر مربع



ضخامت دال	30 cm	
وزن سقف	330 kg	در یک متر مربع
مصرف بتن	0.135 m³	در یک متر مربع
وزن میلگرد	15.5 kg	در یک متر مربع

مقایسه دال PSP با دال های مشابه در بازار فعلی

برای دهانه های بالای ۱۰ متر

انواع دال دو طرفه	ضخامت سقف	وزن سقف	بتن مصرفی	میلگرد مصرفی	درصد افزایش مصالح سایر سقف ها نسبت به سقف PSP
دال بتنی ساده	30 cm	750 kg/m²	0.3 m³/m²	17.5 kg/m²	%60
دال با قالب های ماندگار مکعبی	32 cm	550 kg/m²	0.22 m³/m²	12.5 kg/m²	%45
دال با قالب های ماندگار کروی	30 cm	580 kg/m²	0.232 m³/m²	15.8 kg/m²	%48
دال پیش تنیده	25 cm	625 kg/m²	0.25 m³/m²	7 kg/m²	%50
دال PSP با قالب های غیر ماندگار	25 cm	305 kg/m²	0.122 m³/m²	8.3 kg/m²	%0

مقایسه سقف تیرچه و بلوک با دال دو طرفه PSP

برای دهانه های تا ۷/۵ متر

نوع سقف	ضخامت سقف	وزن سقف	بتن مصرفی	میلگرد مصرفی	درصد افزایش مصالح سقف تیرچه و بلوک نسبت به سقف PSP
تیرچه و بلوک	30 cm	330 kg/m²	0.135 m³/m²	15.5 kg/m²	%25
دال دو طرفه PSP	23 cm	260 kg/m²	0.103 m³/m²	7.2 kg/m²	%0

طبق محاسبات انجام شده همانطور که مشاهده می شود وزن سقف و مصرف بتن و میلگرد در یک متر مربع دال دوطرفه با سیستم PSP در مقایسه به دیگر سقف های مشابه با دهانه متوسط ۱۰ متر بین ۴۵ تا ۶۰ درصد کاهش یافته است و همینطور در مقایسه با سقف تیرچه و بلوک با دهانه ۷/۵ متر نیز ۲۵ درصد کاهش وزن و مصالح ساختمانی را داشته ایم. بنابراین ساختمان هایی که با این روش محاسبه و ساخته می شوند علاوه بر اجرای دهانه های بزرگ و حذف آویز تیرها در ساختمان، باعث کاهش چشمگیر در مصرف بتن و میلگرد در تیرها و دیوارهای برشی و فونداسیون می گردد.