



معرفی انواع سقف

(مخصوص سازه فلزی)

سقف عرشه فولادی



احسان بهلولی

پاییز ۱۳۹۷



معرفی سقف های عرشه فولادی

سقف های عرشه فولادی سقف هایی هستند که با استفاده از دو عنصر ورق های فولادی گالوانیزه دوزنقه ای شکل تحتانی و برش گیرها که در این نوع سقف ها مورد استفاده قرار می گیرد از سایر سقف ها متمایز می شود و البته با استفاده از آرماتوربندی و بتن ریزی بر روی این ورق فولادی، این نوع سقف اجرا می شود. از بخش های اصلی سقف های کامپوزیت عرشه فولادی باید به تیرهای فرعی مورد نیاز در بین تیرهای اصلی سازه اشاره نمود.

سیستم های مرکب دال فولادی - بتنی (عرشه فولادی)، یکی از اقتصادی ترین روش های ساخت سقف برای ساختمان ها، شناخته شده اند. این سیستم از مقاطع مختلط دال بتن مسلح بر روی ورق های دوزنقه ای که به تیرها و شاه تیرهای فولادی متصل می شوند، تشکیل شده است.

عملکرد مختلط دال بتن مسلح فوقانی و ورق فولادی دوزنقه ای تحتانی، نقش به سزایی در تامین صلبیت سقف و رفتار مطلوب برشی آن خواهد داشت. این سقف در مقایسه با سقف های مرسوم در اسکلت های فولادی ساختمان ها از وزن کمتری برخوردار است.

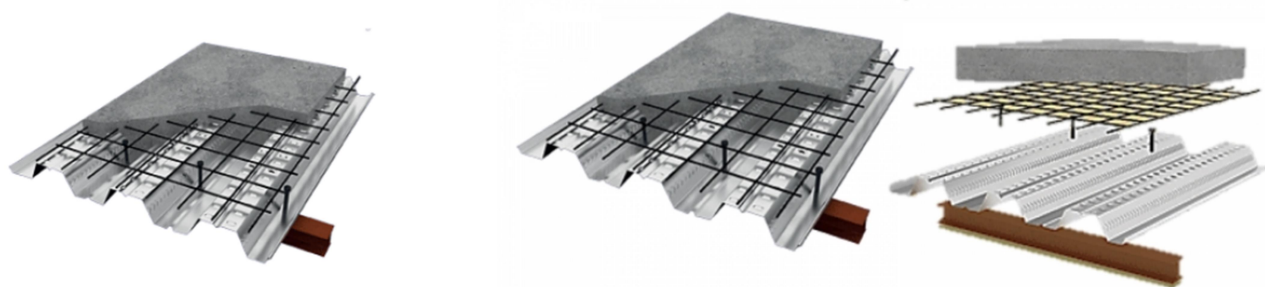
استفاده از عرشه های فولادی در سقف های کامپوزیت سرعت اجرای سقف را بطور فوق العاده ای افزایش می دهد که در پروژه های بزرگ این سرعت باعث کاهش هزینه های جاری و تمام شده می شود.

در این نوع سقف، ورق گالوانیزه دوزنقه ای آجدار به عنوان قالب بتن ریزی در سقف باقی مانده و با بتن به صورت مرکب نقش سازه ای ایفا می کند که باعث افزایش دهانه های تیر ریزی تا ۴ متر و بالاتر بدون شمع بندی می گردد. همچنین طبق ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمان با استفاده از گلمیخ استاندارد ورق به تیر جوش می خورد که استاندارد ترین روش اجرا می باشد.

سقف عرشه فولادی (متال دک) با ورق های گالوانیزه دوزنقه ای شکل آجدار بدون استفاده از میلگرد و حذف قالب بندی اجرا می شود. وزن این سقف نسبت به سقف های مشابه حدود ۳۰ تا ۶۰ درصد کمتر می باشد و سرعت اجرای این سقف حدود ۱۲ برابر بیشتر از سقف های معمولی مانند **دال بتنی و تیرچه بلوک** می باشد

بتن ریزی در این سقف از سطح بسیار صاف و یکپارچه برخوردارست که پس از آن نیاز به کف سازی و پوکه ریزی نمی باشد و با سرعت بالا آماده عملیات نازک کاری می باشد.

در این سیستم، قالب بندی که یکی از مشکلات اجرایی ساختمان می باشد، حذف گردیده و اجرای سقف را با سرعت بالا عملی می کند و این امکان وجود دارد که بعد از تکمیل شبکه های تاسیساتی به صورت یکجا نسبت به بتن ریزی تمام سقف و طبقات اقدام نمود. نصب ورقه ها بدون جوشکاری و فقط بامیخ های فولادی انجام می شود.



اجزای تشکیل دهنده سقف

۱- ورق گالوانیزه

ورق گالوانیزه یا عرشه فولادی ورقی است به ضخامت حدود ۸.۰ الی ۲.۱ میلیمتر که به شکل دوزنقه ای فرم داده می شود. فرم دهی این ورق ها به روش نورد سرد و بوسیله دستگاههای مخصوص انجام می شود. شاخص ترین مصالح این سقف ورق فولادی گالوانیزه می باشد که به روش نورد سرد (Cold Forming) در ضخامتهای ۰/۸ تا ۱/۲ میلیمتر با استفاده از دستگاههایی با غلطکهای مخصوص و در طرح های متنوع به فرم دوزنقه ای شکل دهی می شوند. می بایست سطح ورق دارای برجستگی هایی باشد تا با آجدار کردن سطح ورق پیوستگی کافی بین ورق گالوانیزه و بتن را ایجاد نماید تا به عنوان فولاد کششی عمل نماید.

این ورق ها می بایست در جان خود (قسمت شیب دار ورق) نیز دارای فرورفتگی ها و برجستگی هایی باشند تا با آجدار کردن سطح ورق پیوستگی کافی بین ورق گالوانیزه و بتن را ایجاد نماید تا به عنوان فولاد کششی عمل نماید. این برجستگیها و فرورفتگیها نیز در حین عملیات فرمینگ توسط دستگاهها در سطح ورق گالوانیزه خام ایجاد میشود. در طی مراحل بارگیری، حمل و دپوی این ورق ها می بایست دقت لازم برای جلوگیری از تغییر شکل (Deformation) آنها صورت گیرد.





۲- میخ و چاشنی

به منظور جلوگیری از جابجایی و بلند شدگی ورقها، ورق های فولادی شکل داده شده می بایست در فواصل حداکثر ۴۵۰ میلیمتر به مقطع فولادی و سایر اعضای تکیه گاهی مهار شوند. بنابراین پس از چیدن ورق ها و پوشش دهانه ها، به وسیله ی دستگاه های میخکوب مخصوص، ورق ها را در محل نشیمن روی تیرهای سازه ای ثابت کرد. این مرحله می بایست به صورت همزمان یا بلافاصله بعد از چیدن ورق ها انجام گیرد تا ورقهای چیده شده از محل خود جابجا نشوند.

۳- گل میخ

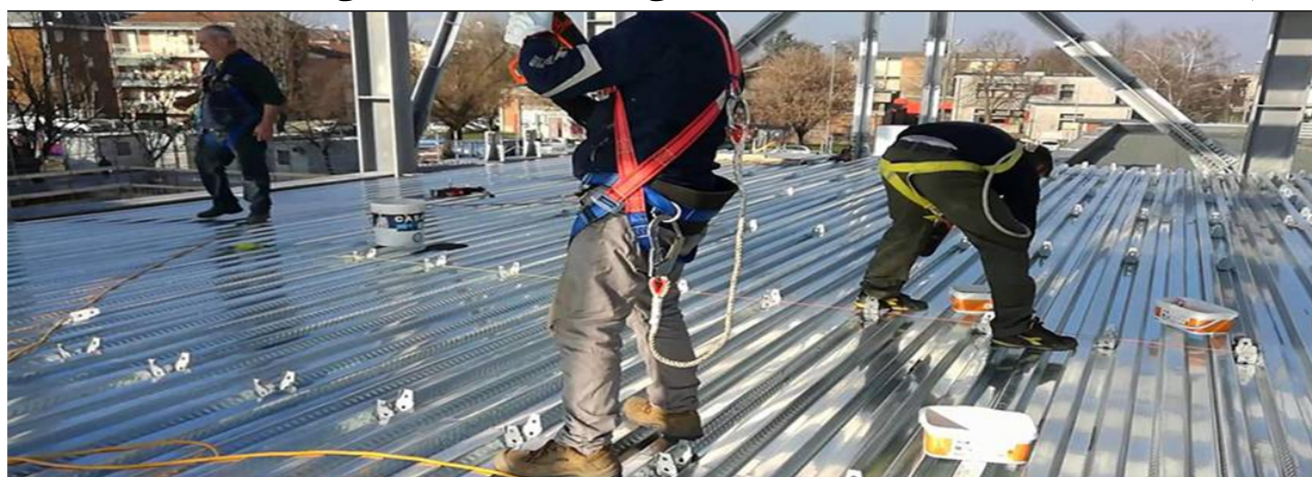
گل میخها در واقع رابط میان ورق گالوانیزه و بتن هستند تا بتوانند از لحاظ سازه ای یکپارچگی عملکرد برشی را تامین کنند و در واقع همان نقش برشگیرها را ایفا میکنند. قطر این برش گیر ها حداکثر ۲۰ میلیمتر و ارتفاع آنها بسته به شکل ورق فولادی متغیر است و در نهایت حداقل ارتفاع گل میخ بعد از نصب که از بالای ورق ذوذنقه ای اندازه گیری می شود نباید کمتر از ۴۰ میلیمتر باشد. این گل میخ ها بوسیله دستگاه جوش قوسی الکتریکی خاصی که (Welder Stud) نامیده می شود به تیر های سازه ای جوش می شوند. این فرایند جوشکاری می تواند هم بصورت مستقیم روی بال تیر سازه ای قبل از قرارگیری گل میخ با ایجاد یک حلقه سوراخ در ورق (the Through Welding Sheet) و هم از روی ورق انجام گیرد. ضمناً سرامیکی در محل جوش قرار می گیرد تا از حوضچه مذاب ایجاد شده در لحظه ایجاد قوس الکتریکی محافظت نماید. تنها روش استاندارد تولید گل میخ برشگیر ، روش فورج سرد می باشد که توسط ماشین آلات مخصوص و مواد اولیه با آلیاژهای مرغوب قابل تولید است . سایر روشهای غیر استاندارد تولید ، نظیر فورج گرم یا ریخته گری بدلیل استفاده از مواد اولیه نامرغوب و یا ضایعاتی دارای استحکام پایین و به تبع آن موجبات ناپایداری سازه را فراهم می سازد. توجه داشته باشید که نام یا برند شرکت تولید کننده گل میخ می بایست بر روی آن حک شده باشد. به عنوان مثال در شکل بالا گل میخ مربوط به شرکت “ طلوع صخره سازان “ بوده که با آرم (B R) تولید و توزیع می گردد. استفاده از گل میخهای غیراستاندارد میتواند عملکرد این نوع از سقف را مختل نماید، لذا ضروری است به این موضوع دقت کافی صورت پذیرد.





۴_ فلاشینگ

محل قرار گیری فلاشینگ در لبه سقف عرشه فولادی می باشد که قبل از سفت شدن بتن نقش قالب را ایفا می کند و پس از سفت شدن بتن این قطعه مانند ورق سقف عرشه فولادی که با استفاده از طراحی دقیق در استحکام نقش مهمی دارد نقش مهم خود را ایفا می کند. باعث پیوستگی و یکنواختی بیشتر بتن می گردد همچنین باعث زیبایی پس از بتن ریزی می شود. پس از نصب ورق ها به جهت جلوگیری از خروج بتن اطراف سقفها، دور باز شوها و کناره های راه پله ها مطابق جزئیات زیر ورقهای گالوانیزه L شکلی در اطراف سقف نصب می گردد.



۵_ آرماتور

مطابق آیین نامه های معتبر، برای جلوگیری از ترک خوردگی بتن بایستی از شبکه میلگرد حرارتی استفاده نمود. نوع و فاصله میلگرد های این شبکه از سطح فوقانی دال، به ضخامت دال بستگی دارد. معمولاً به دلیل افزایش سرعت اجرا از مش آماده میلگرد به جای آرماتوربندی در محل استفاده می شود. یکی دیگر از راهکارهای سرعت بخشیدن به اجرای این سقف استفاده از بتن دارای فیبرهای پلیمری یا فولادی (Concrete Reinforced Fibre) می باشد که با استفاده از آن می توان آرماتوربندی را در اکثر نقاط عرشه فولادی حذف نمود که البته تهیه، حمل و ریختن آن می بایست با دقت خاص و براساس آیین نامه های مربوطه باشد.





۶- بتن

در آخرین مرحله از اجرای سقف مطابق مشخصات فنی مربوطه بتن سقف در طبقات اجرا شده و عملیات تسطیح نهائی انجام می گیرد. ضخامت دال بتنی در بالای کنگره ورق دوزتقه ای نباید از ۵۰ میلیمتر کمتر باشد. در سطوح بزرگ برای تسطیح و لیسه ای کردن کف، پارکینگ ساختمان، سوله، کارخانه، جایگاه سوخت و محوطه ها از دستگاه ماله پروانه برقی و بنزینی به صورت کاملاً صاف و یکدست بدون کوچکترین پستی و بلندی با سرعت بالا استفاده می شود.

نحوه اجرای کلی

پس از طراحی سقف و مشخص شدن فواصل تیرهای فرعی، نقشه های شاپ (نقشه های خرید) جهت جاگذاری صفحات برروی دهانه های مختلف تهیه و دستور تولید به کارخانه داده می شود.

دیو و انتقال به طبقات: ورق های کامپوزیت پس از انتقال به کارگاه و دیو در یک فضای کوچک، به کمک نیروی انسانی و بدون نیاز به ماشین آلات و تنها با کمک یک بالابر به ترازهای مختلف طبقات منتقل می شود.

جاگذاری عرشه های فولادی: این عرشه ها شامل گیره های نر و مادگی هستند که براحتی توسط نیروی انسانی نیمه ماهر در یکدیگر چفت می شوند و پس از این مرحله، رفت و آمد در طبقات بسیار ساده می شود و سرعت کار به طرز قابل ملاحظه ای افزایش می یابد.

بارگذاری، راه رفتن و انجام هرگونه فعالیت بر روی عرشه ها تا زمان ثابت کردن عرشه ها ممنوع است. جهت ثابت کردن عرشه ها با استفاده از دستگاه هیلتی عرشه ها را به بال تیرها پرچ می کنند.

نصب میلگرد و گل میخ: در محلی که عرشه های فولادی برروی تیرها قرار گرفته اند، برای اتصال این دو، از گل میخ استفاده می شود و این عمل باعث کاهش وزن تیرهای فولادی مصرفی خواهد شد. با توجه به اینکه این برشگیرها (گل میخ) نقش مهمی در ایمنی سقف حین بهره برداری و هنگام زلزله ایفا می کنند، در انتخاب گل میخ می بایستی دقت کافی صورت گیرد و همچنین نصب گل میخ ها باید توسط افراد متخصص انجام شود. بهتر است در این مرحله (پس از اتصال ۴۰ تا ۵۰ گل میخ اول) کنترل گل میخ ها انجام شود. در بخش "کنترل کیفی و فاکتورهای تعیین کننده" نحوه کنترل گل میخ ها ارائه شده است.

پس از نصب گل میخ آرماتورهای حرارتی مورد نیاز سقف بصورت شبکه مش آرماتور بسته شده و فلاتینگ (قالب های دور) اطراف نصب و سقف آماده بتن ریزی می گردد. در شکل های زیر دتایل های اجرایی سقف عرشه فولادی نشان داده شده است.



بتن ریزی: پس از اتصال میلگردها، بتن ریزی انجام می شود، ضخامت کم دال و یکنواختی سطح صفحات موجب خروج سریع هوا و ساده تر شدن اجرا می شود. باید توجه داشت ضخامت بتن از روی بالاترین سطح ورق نباید کمتر از ۵۰ میلیمتر باشد. لازم بذکر است با توجه به اینکه صفحات فولادی قالب سقف را تشکیل داده اند لذا شیره بتن بعد از بتن ریزی کاملاً حفظ شده و بتن سقف در شرایط ایده آل تری به عمل می آید و دارای مقاومت بهتری می باشد.



ملاحظات و محدودیت آیین نامه مبحث ۱۰ در مورد سقف عرشه فولادی

ارتفاع اسمی ورق های فولادی شکل داده شده نباید کمتر از ۷۵ میلیمتر باشد. پهنای متوسط کنگره های پر شده از بتن نباید کمتر از ۵۰ میلیمتر باشد. برای مشاهده تصویر با کیفیت بهت بر روی ان کلیک نمائید ورق های فولادی شکل داده شده را می توان در روی تیرهای فولادی تکیه گاهی از هم جدا کرد تا در روی بال مقطع فولادی یک ماهیچه بتنی تشکیل شود. ورق ها توسط گل میخ های برشگیر با قطر حداکثر ۲۰ میلیمتر به مقطع فولادی متصل شوند.

گل میخ ها باید از طریق ورق فولادی شکل داده شده یا به طور مستقیم به مقطع فولادی متصل شوند. در هر حال گل میخ ها باید روی بال مقطع فولادی ذوب شوند. پس از نصب، ارتفاع گل میخ ها از بالای ورق فولادی شکل داده شده نباید کمتر از ۴۰ میلیمتر باشد.

پوشش بتن بر روی گل میخ ها نباید کمتر از ۱۵ میلیمتر باشد. حداقل فاصله مرکز تا مرکز گل میخ ها در امتداد محور طولی تیر و در امتداد عمود بر محور طولی تیر ۴ برابر قطر گل میخ میباشد.

حداکثر فاصله مرکز به مرکز بین گل میخ ها نباید از ۸ برابر ضخامت کلی دال بتنی یا ۸۰۰ میلیمتر تجاوز نماید. ضخامت دال بتنی در قسمت فوقانی ورق فولادی شکل داده شده نباید کمتر از ۵۰ میلیمتر باشد ورق های فولادی شکل داده شده در فواصل حداکثر ۴۵۰ میلیمتر به مقطع فولادی و سایر اعضای تکیه گاهی مهار شوند. این مهارها می توانند گل میخ های برشگیر، ترکیبی از گل میخ ها و جوش های نقطه ای یا هر راهار ارائه شده توسط مهندس طراح باشد.



مزایای سقف عرشه فولادی

سرعت

سریعترین نوع (تحويل ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر مربع در یک روز) ، کاهش بیش از ۵۰٪ زمان اجرای سقف ها ، عدم نیاز به شمع گذاری ، نصب آسان ، امکان بتن ریزی همزمان چند سقف ، حذف عملیات قالب بندی و باز کردن مجدد.

سبک بودن

کاهش حدود ۲۵٪ از بار مرده سقف ۱۰ تا ۳۰٪ ، صرفه جویی در فولاد سازه فلزی ۴۰ تا ۷۰٪ ، صرفه جویی در مصرف میلگرد سقف ۱۰ تا ۱۵٪ ، صرفه جویی در مصرف بتن ، امکان حمل ورق عرشه فولادی تا ۲۵۰۰ متر مربع در یک تریلر.

صرفه اقتصادی

کاهش بیش از ۵۰ درصدی در هزینه اجرای اسکلت ، بازگشت سریع سرمایه ، کاهش هزینه های بالاسری نظارت و اجراتخصیص حداکثری وام صنعتی سازی ، کاهش هزینه های کارگاهی.

استاندارد

بهترین نوع سقف کامپوزیت و قابل طراحی در نرم افزار E tabs ، یکپارچگی و صلبیت بیشتر دیافراگم سقف ، استفاده از برشگیرهای استاندارد مطابق اصل دهم مقررات ملی ساختمان با سرعت نصب بالا و سهولت اجرا که جایگزین ناودانی و برشگیرهای سنتی میباشد.

مدرن بودن

عملکرد عرشه با مقاومت کششی بالا ، طراحی منعطف باتوجه به ضخامت های مختلف ، افزایش اصطکاک بتن و ورق فولادی به جهت فرم خاص عرشه فولادی ، امکان بکارگیری عایق های صوتی و حرارتی ، زیرنمای زیبا جهت پارکینگ های طبقاتی بدون نیاز به سقف کاذب ، کاهش ارتعاشات سقف ، عمر مفید و طولانی.



ایمنی

استفاده به عنوان قالب دائمی ، در اختیار داشتن سکوی مناسب در اولین مرحله اجرا ، عدم ریزش (آوار) در هنگام زلزله ، عدم خطر سقوط تجهیزات بعلت ماندگاری قالب.



معایب

خوردگی فلز در مقابل عوامل خارجی.

جوش نامناسب: استفاده از جوش برای اتصالات، بعلت مهارت کم جوشکاران، قدیمی بودن ماشین آلات، عدم کنترل دقیق توسط مهندسين ناظر، گران بودن هزینه آزمایش جوش و غیره؛ بزرگترین ضعف اسکلت‌های فلزی با عرشه فولادی می‌باشد.

ضعف در برابر حرارت: مقاومت فلز با افزایش دما کاهش می‌یابد. اگر دمای اسکلت فلزی با عرشه فولادی به حدود ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد برسد، تعادل ساختمان به خطر می‌افتد.

