نوآوران صنعت سیلک

مقایسه عملکردی صفحات کامپوزیت تقویت‌شده با پارچه سه‌بعدی بافته‌شده با نخ شیشه با مصالح متداول در سقف ساختمان‌های عرف شهری

"خلاصه جمع‌بندی"

دفتر فنی سازه

ویرایش ۱,۱
تیرماه ۱۳۹۸

این دستورالعمل یکی از اسناد شرکت نوآوران صنعت سیلک و متعلق به این شرکت می‌باشد. استفاده از این جزوه و نقل از آن با ذکر ماخذ و شماره ویرایش آن مجاز می‌باشد.

این دستورالعمل به‌طور مستمر در حال تکمیل و ویرایش است. دفتر فنی شرکت نوآوران صنعت سیلک این دستورالعمل را بر اساس بهترین آگاهی، دانش و تجربه خود تهیه و تنظیم نموده است و مانند هر سند مشابه دیگری ادعا ندارد که کامل و بدون نقص می‌باشد. لذا از هرگونه نظرات اصلاحی استقبال کرده و ارج می‌نهد.

www.sialk-co.ir

به‌نام خدا

مقایسه عملکردی

صفحات کامپوزیت تقویت‌شده با پارچه سه‌بعدی بافته‌شده با نخ شیشه

با مصالح متداول در سقف ساختمان‌های عرف شهری

"خلاصه جمع‌بندی"

تیرماه ۱۳۹۸

در جزوه حاضر، به مقایسه عملکردی صفحات کامپوزیت تقویت‌شده با پارچه سه‌بعدی بافته‌شده با نخ شیشه (پرشده با ملات سیمان) با مصالح متداول در سقف ساختمان‌های عرف شهری می‌پردازیم.

نظر به این‌که هرسه نوع پانل‌های کامپوزیتی شرکت در زمره سقف‌های بسیار سبک ساختمانی به‌حساب می‌آیند، و نظر به این‌که الزامات مقرراتی در زمینه حداقل قطر ستون‌های ساختمان مانع از کاهش اندازه ستون‌ها از حد معینی می‌شود، و هم‌چنین به لحاظ قید حداکثر ارتفاع در مستندات مورد رجوع گواهی نظریه فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی برای پانل‌های سه‌بعدی توخالی شرکت؛ به‌همین لحاظ در مقایسه عملکردی صفحات کامپوزیت تقویت‌شده با پارچه سه‌بعدی بافته‌شده با نخ شیشه با مصالح متداول در سقف ساختمان‌های عرف شهری؛ در این گزارش مبنا بر مقایسه ***صفحات کامپوزیتی تقویت شده با پارچه سه‌بعدی بافته شده با نخ شیشه پرشده با ملات سیمان سنگین*** *با مصالح متداول در سقف ساختمان‌ها گذاشته شده است.*

این گزارش به منظور دست‌یابی به اهداف زیر تهیه و تنظیم شده است:

۱- بررسی تاثیر سقف پیشنهادی مبتنی‌بر **صفحات کامپوزیتی تقویت شده با پارچه سه‌بعدی بافته شده با نخ شیشه پرشده با ملات سیمان سنگین** بر روی وزن فولاد مصرفی در دو گروه ساختمان اسکلت فولادی و بتنی
۲- توجیه اقتصادی استفاده از سقف پیشنهادی
۳- بررسی مزایا و معایب شناخته شده در سقف‌های موجود و مقایسه آن با سقف پیشنهادی

۱. بررسی تاثیر سقف پیشنهادی بر روی وزن فولاد مصرفی در دو گروه ساختمان اسکلت فولادی و بتنی

به منظور دستیابی به این هدف، ۳۰ مدل ساختمانی متعارف (۲۴ مدل فولادی و ۶ مدل بتنی) با تعداد طبقات ۳، ۵ و ۷ ، در دو سیستم باربر لرزه‌ای قاب خمشی و مهاربندی- خمشی در قالب ۳ تیپ سقف رایج به علاوه سقف پیشنهادی برای هر دو گروه ساختمانی (فولادی و بتنی) مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج این ارزیابی در ادامه ارائه شده است. بدیهی است که برای همه مقایسه‌ها **ساختمان ساخته شده بر اساس استانداردهای جاری کشور** مورد بررسی است.

۱،۱. خصوصیات مشترک برای ساختمان‌های فولادی

الف) سیستم باربر جانبی

- سیستم باربر جانبی قاب خمشی متوسط (در دو یا یک جهت)
- سیستم مهاربندی معمولی در ساختمان ۳ و ۵ طبقه و سیستم مهاربندی ویژه در ساختمان ۷ طبقه

ب) خاک و لرزه‌خیزی (برای همه مدل‌ها)

- خاک نوع ۳
- لرزه خیزی بسیار زیاد A=0.35

ج) مصالح

- فولاد مصرفی ST-37
- آرماتور S400

د) مصالح مصرفی گزارش شده بر اساس مدل Etabs است.

شمشیری و اتصالات و پرت در به اعداد گزارش اضافه می‌شود.

هـ) هزینه اجرای هر کیلوگرم اسکلت (شامل رنگ آمیزی، حمل و نصب) ۱۰ هزار تومان منظور شده است.

جدول ۱- مقایسه وزن فولاد مصرفی در ساختمان‌های اسکلت فلزی

مدل‌های ۳ طبقه اسکلت فلزی								
سیستم	سقف	زیر بنا	وزن اسکلت (تیر و ستون)	وزن اسکلت بر واحد سطح	اختلاف وزن نسبت به سقف پیشنهادی	وزن تیرهای سقف	وزن فولاد تیرهای سقف بر واحد سطح	فولاد مصرفی کل بر واحد سطح
قاب خمشی (در دو جهت)	پنل سه بعدی سیلک	390	17532.8	44.9	0%	3380	8.7	53.6
	کامپوزیت	390	24147	61.9	38%	4074	10.4	72.3
	عرشه فولادی	390	25654	65.7	46%	1913	4.9	70.6
	کرومیت	390	24567	62.9	40%	3903.3	10.0	72.9
مهاربندی- خمشی	پنل سه بعدی سیلک	390	15284	39.2	0%	3380	8.7	47.9
	کامپوزیت	390	21299	54.6	39%	4074	10.4	65.0
	عرشه فولادی	390	21387	54.8	40%	1913	4.9	59.7
	کرومیت	390	21332	54.7	40%	3903.3	10.0	64.7
مدل‌های ۵ طبقه اسکلت فلزی								
سیستم	سقف	زیر بنا	وزن اسکلت	وزن فولاد اسکلت بر واحد سطح	اختلاف وزن نسبت به سقف پیشنهادی	وزن تیرهای سقف	وزن فولاد تیرهای سقف بر واحد سطح	فولاد مصرفی کل بر واحد سطح
قاب خمشی (در دو جهت)	پنل سه بعدی سیلک	651	35333.7	54.3	0%	5666.31	8.7	63.0
	کامپوزیت	651	48596.5	74.6	38%	6773.52	10.4	85.0
	عرشه فولادی	651	50189.6	77.1	42%	3187.43	4.9	82.0
	کرومیت	651	49127	75.4	39%	6513	10.0	85.4
مهاربندی- خمشی	پنل سه بعدی سیلک	651	29599.7	45.4	0%	5666.31	8.7	54.1
	کامپوزیت	651	40404.7	62.0	37%	6773.52	10.4	72.4
	عرشه فولادی	651	40812.6	62.7	38%	3187.43	4.9	67.6
	کرومیت	651	40500	62.2	37%	6513	10.0	72.2
مدل‌های ۷ طبقه اسکلت فلزی								
سیستم	سقف	زیر بنا	وزن اسکلت	وزن فولاد اسکلت بر واحد سطح	اختلاف وزن نسبت به سقف پیشنهادی	وزن تیرهای سقف	وزن فولاد تیرهای سقف بر واحد سطح	فولاد مصرفی کل بر واحد سطح
قاب خمشی (در دو جهت)	پنل سه بعدی سیلک	912	57799.2	63.4	0%	7932.83	8.7	72.1
	کامپوزیت	912	91066.1	99.9	58%	9482.93	10.4	110.3
	عرشه فولادی	912	94524	103.7	64%	4467.92	4.9	108.6
	کرومیت	912	92564	101.5	60%	9118.2	10.0	111.5
مهاربندی (در جهت عرضی)	پنل سه بعدی سیلک	912	49040.2	53.8	0%	7932.83	8.7	62.5
	کامپوزیت	912	68254	74.9	39%	9482.93	10.4	85.3
	عرشه فولادی	912	68789.1	75.4	40%	4467.92	4.9	80.3
	کرومیت	912	68541	75.2	40%	9118.2	10.0	85.2

۱،۲. خصوصیات مشترک برای ساختمان‌های بتنی

الف) سیستم باربر جانبی

- سیستم باربر جانبی قاب خمشی متوسط (در هر دو جهت)

ب) خاک و لرزه‌خیزی (برای همه مدل‌ها)

- خاک نوع ۳
- لرزه خیزی بسیار زیاد A=0.35

ج) مصالح

- آرماتور S400
- بتن C25

د) مصالح مصرفی گزارش شده بر اساس لیستوفر نرم افزارهای دتایلینک ارائه شده است.

ه) هیچ اِلمانی در سازه بتنی در طراحی با سقف پیشنهادی بزرگ‌تر نشده است.

و) در کاهش ابعاد اِلمانها و تامین پارکینگ سقف پیشنهادی می‌تواند بسیار موثر باشد.

جدول ۲- مقایسه وزن فولاد مصرفی در ساختمان‌های اسکلت بتنی

مدل‌های ۳ طبقه اسکلت بتنی				
سیستم باربر جانبی	سقف	زیر بنا	وزن آرماتور اسکلت	وزن آرماتور اسکلت بر واحد سطح
قاب خمشی متوسط	پنل 3D سیلک	390	14045.6	36.0
	تیرچه بلوک	390	17512	44.9
مدل‌های ۵ طبقه اسکلت بتنی				
سیستم	سقف	زیر بنا	وزن آرماتور اسکلت	وزن آرماتور اسکلت بر واحد سطح
قاب خمشی متوسط	پنل 3D سیلک	651	24540	37.7
	تیرچه بلوک	651	34762	53.4
مدل‌های ۷ طبقه اسکلت بتنی				
سیستم	سقف	زیر بنا	وزن آرماتور اسکلت	وزن آرماتور اسکلت بر واحد سطح
قاب خمشی متوسط	پنل 3D سیلک	912	37368	41
	تیرچه بلوک	912	54963	60.3

۲. تاثیر سقف پیشنهادی در توجیه اقتصادی مدل‌های ارزیابی شده

به عنوان یکی از نقاط قوت سقف پیشنهادی می‌توان به وزن واحد سطح بسیار کم این محصول اشاره نمود که با توجه به اثر زیاد بار ثقلی و لرزه‌ای بر روی ساختمان‌های متعارف، استفاده از این محصول برای اجرای سقف طبقات می‌تواند تاثیر به سزایی در کاهش بار وارده به سازه و به مراتب کاهش ابعاد مقاطع المان‌ها و صرفه جویی در مصالح مصرفی شود.

جدول ۳- مقایسه هزینه احداث اسکلت و سقف در ساختمان‌های اسکلت فلزی

مدل‌های ۳ طبقه اسکلت فلزی							
سیستم	سقف	وزن اسکلت	هزینه اسکلت	هزینه اسکلت بر واحد سطح	هزینه سقف بر واحد سطح	هزینه سقف و اسکلت برواحد سطح	هزینه نسبت به سقف پیشنهادی
قاب خمشی	پنل 3D سیلک	17532.8	1,753,280,000	4,491,789	3,584,000	8,075,789	0%
	کامپوزیت	24147	2,414,700,000	6,186,304	2,627,000	8,813,304	9%
	عرشه فولادی	25654	2,565,400,000	6,572,387	3,310,000	9,882,387	22%
	کرومیت	24567	2,456,700,000	6,293,905	2,315,872	8,609,777	7%
مهاربندی	پنل 3D سیلک	15284	1,528,400,000	3,915,661	3,584,000	7,499,661	0%
	کامپوزیت	21299	2,129,900,000	5,456,665	2,627,000	8,083,665	8%
	عرشه فولادی	21387	2,138,700,000	5,479,210	3,310,000	8,789,210	17%
	کرومیت	21332	2,133,200,000	5,465,119	2,315,872	7,780,991	4%
مدل‌های ۵ طبقه اسکلت فلزی							
سیستم	سقف	وزن اسکلت	هزینه اسکلت	هزینه اسکلت بر واحد سطح	هزینه سقف بر واحد سطح	هزینه سقف و اسکلت برواحد سطح	هزینه نسبت به سقف پیشنهادی
قاب خمشی	پنل 3D سیلک	41000	4,100,000,000	6,295,102	3,584,000	9,879,102	0%
	کامپوزیت	48596.48	4,859,648,000	7,461,459	2,627,000	10,088,459	2%
	عرشه فولادی	50189.57	5,018,957,000	7,706,060	3,310,000	11,016,060	12%
	کرومیت	49127	4,912,700,000	7,542,914	2,315,872	9,858,786	0%
مهاربندی	پنل 3D سیلک	29599.69	2,959,969,000	4,544,709	3,584,000	8,128,709	0%
	کامپوزیت	40404.74	4,040,474,000	6,203,706	2,627,000	8,830,706	9%
	عرشه فولادی	40812.568	4,081,256,800	6,266,324	3,310,000	9,576,324	18%
	کرومیت	40500	4,050,000,000	6,218,333	2,315,872	8,534,205	5%
مدل‌های ۷ طبقه اسکلت فلزی							
سیستم	سقف	وزن اسکلت	هزینه اسکلت	هزینه اسکلت بر واحد سطح	هزینه سقف بر واحد سطح	هزینه سقف و اسکلت برواحد سطح	هزینه نسبت به سقف پیشنهادی
قاب خمشی	پنل 3D سیلک	57799.166	5,779,916,600	6,338,879	3,584,000	9,922,879	0%
	کامپوزیت	91066.072	9,106,607,200	9,987,286	2,627,000	12,614,286	27%
	عرشه فولادی	94524	9,452,400,000	10,366,520	3,310,000	13,676,520	38%
	کرومیت	92564	9,256,400,000	10,151,565	2,315,872	12,467,437	26%
مهاربندی	پنل 3D سیلک	49040.166	4,904,016,600	5,378,273	3,584,000	8,962,273	0%
	کامپوزیت	68254	6,825,400,000	7,485,469	2,627,000	10,112,469	13%
	عرشه فولادی	68789.082	6,878,908,200	7,544,151	3,310,000	10,854,151	21%
	کرومیت	68541	6,854,100,000	7,516,944	2,315,872	9,832,816	10%

بررسی مزایا و معایب شناخته شده در سقف‌های رایج و مقایسه آن با سقف پیشنهادی

در راستای اهداف این گزارش مزایا و معایب سقف‌های رایج از جمله کامپوزیت، عرشه فولادی، کرومیت و تیرچه بلوک در مقایسه با سقف پیشنهادی به‌صورت مختصر در قالب جدول .... گردآوری شده است.

جدول ۴- مقایسه مزایا و معایب سقف‌های رایج در کشور

آیتم	بار مرده	بتن مصرفی	قالب بندی	آرماتور بندی	اجرای شمع	عمل آوری بتن	لرزش و ارتعاشات	سرعت اجرا	تجهیزات ویژه و استادکار
سقف	کیلوگرم بر واحد سطح	مترمکعب							
کامپوزیت	256	0.08	دارد	دارد	دارد	دارد	نامناسب	نامناسب	ندارد
عرشه فولادی	221	0.1	ندارد	دارد	ندارد	دارد	ازاردهنده	مناسب	دارد
کرومیت	255	0.07-0.08	ندارد	دارد	ندارد	دارد	نامناسب	نامناسب	ندارد
تیرچه بلوک	255	0.07-0.08	ندارد	دارد	دارد	دارد	نامناسب	نامناسب	ندارد
پنل 3Dسیلک	50	0.02	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	مناسب	مناسب	ندارد

با توجه با داده‌های حاصل از تحقیق، در گروه ساختمان‌های فولادی اگر سایر سقف با سقف پیشنهادی جای‌گزین گردد در حدود ۴۰ الی ۶۰ درصد صرفه جویی در مصرف فولاد داریم و هم‌چنین در گروه ساختمان‌های بتنی میزان صرفه جویی میلگرد مصرفی در حدود ۲۵ الی ۴۷ درصد است. در هر دو گروه ساختمان‌های فولادی و بتنی مقدار صرفه جویی فولاد مصرفی در اسکلت سقف پیشنهادی با افزایش تعداد طبقات بیشتر می‌شود.

قطعاً و یقیناً هزینه تنها پارامتر تصمیم گیری نیست، سرعت کار، نحوه ادامه کار و چگونگی نصب Finishing، نظافت و قابلیت اعتماد، تعدد پرسنل‌های مجری، تعدد مصالح و ... پارامترهایی هستند که انتخاب سقف را تحت تاثیر قرار می‌دهند. علاوه بر مزایایی که در جدول اخیر به آن‌ها اشاره شد، نباید مزیت اصلی سقف که تاثیر آن بر اقتصادی و مقاوم شدن کل سازه است مغفول واقع شود.

□

دفتر فنی سازه

شرکت نوآوران صنعت سیَلک