FARATEC

FARATEC CATALOGUE
GFRP Lighting Poles and Towers

- پایه ها و برج های روشنایی کامپوزیتی فراتک
- Engineered GFRP Lighting Poles

فهرست

	صفحه
۱- پایه های روشنایی کامپوزیتی فراتک	۱
۲- امتیاز پایه های روشنایی کامپوزیتی فراتک	۲
۳- مزایا و کاربردهای پایه های روشنایی کامپوزیتی فراتک	۳
۴- استانداردهای رعایت شده در طراحی	۴
۵- جزئیات طراحی و ساخت	۵
۵-۱ فناوری ستون های ساخته شده از کامپوزیت	۵
۵-۲ طراحی پایه ها و برج های روشنایی فراتک	۵
۵ ۲ ۱ رویکرد تحلیلی	۵
۵-۲-۲ رویکرد المان محدود	۸
۵ ۲ ۳ رویکرد تجربی	۹
۵-۳ مواد اولیه	۱۰
۵-۴ مشخصات محصول	۱۱
۵ ۴ ۱ پایه های دفنی با سطح مقطع دایره ای	۱۱
۵-۴-۲ پایه ها با مقطع دایره ای (اتصال فلنج)	۱۲
۵-۵ پایه های روشنایی تلسکوپی(اتصال فلنج)	۱۲
۵-۶ نصب	۱۳
۶- فانوس های دریایی کامپوزیتی فراتک	۱۴
۶-۱ مزیت های فانوس های دریایی کامپوزیتی فراتک	۱۴
۶-۲ مشخصات های دریایی کامپوزیتی فراتک	۱۵

۱- پایه های روشنایی کامپوزیتی فراتک

گروه صنعتی و تولیدی فراسان ارائه راه حل های منطقی را در هر دو جنبه فناوری و اقتصادی برای رفع نیازهای صنعت کامپوزیت، رسالت اصلی خود می داند. در حال حاضر، این شرکت یکی از اصلی ترین تولید کننده های لوله، اتصالات، مخازن ، ستون روشنایی و دیگر محصولات گسترده کامپوزیتی می باشد که تحت لیسانس فراتک طراحی و تولید می شوند. فراتک به عنوان یک مرکز آکریدیته تحقیقاتی پلیمر و کامپوزیت ، جزء مراکز پیشرفته و مجهز دنیا در زمینه تولید محصولات کامپوزیتی می باشد.

۲- امتیازات پایه های روشنایی کامپوزیتی فراتک

پایه ها و برج های روشنایی کامپوزیتی فراتک مزایای قابل توجهی نسبت به نمونه های سنتی معمول به ویژه در مورد قابلیت شکست پذیری ارائه می کند. برخورد وسایل نقلیه با پایه های روشنایی یکی از خطرناکترین انواع تصادفات است که رانندگان در معرض آن قرار می گیرند. طراحی معمولی ستون، که به ستون اجازه می دهد تا در معرض باد مقاوم بماند، ستون را به طور خاص در یک تصادف رانندگی شکست ناپذیر و بسیار خطرناک برای سرنشینان می سازد. ثابت شده است که پایه های روشنایی کامپوزیتی در هنگام برخورد ابتدا با جذب انرژی و تغییر شکل ابتدایی اولیه باعث کاهش ضربه شده و سپس شکست اتفاق می افتد که با توجه به سبکی وزن سازه کامپوزیتی هیچگونه مشکلی را ایجاد نمی کندو این مزیت باعث ایمن شدن شرایط تصادف می شود و ستون به عنوان یک مانع خطر زا محسوب نمی گردد.

۳- مزایای دیگر پایه های روشنایی کامپوزیتی فراتک عبارت است از:

مقاومت در برابر خوردگی و زنگ زدگی
استحکام مشابه فولاد در ۱/۴ وزن
ساخت ساده با ابزارهای استاندارد - بدون جوش یا برش مشعل
تنوع رنگی بالا
مقاومت رزین های ساخته شده در برابر آتش
نصب آسان
عایق جریان الکتریسیته
طول عمر ۲ برابر نمونه های فلزی
عدم نیاز به تعمیر و نگهداری
عدم حساسیت به ارتعاش هارمونیک
افزایش استحکام در هوای سرد
سطح کاملا صاف
دارای پایه فلنجی و یا دفن مستقیم
مقاومت در برابر اشعه UV خورشید

مزایای وزن کمتر پایه های کامپوزیتی:

با توجه به سبک بودن پایه های کامپوزیتی در حمل و نقل آنها می توان حداقل به میزان دو برابر پایه های بتنی را با یک تریلی انتقال داد و همچنین این وزن سبک باعث می شود که نیاز به تجهیزات خاصی برای بلند کردن نداشته باشند. لازم به ذکر است که پایه های کامپوزیتی نیاز به پی کوچکتری دارند و در نتیجه، در کل باعث کاهش چشمگیر هزینه خواهند شد.

کاربردها:

پایه های کامپوزیتی فراتک دارای کاربردهای گسترده ای هستند. این محصولات را می توان برای موارد خاص نیز طراحی و تولید کرد. کاربردهای عمومی این نوع پایه ها می تواند شامل موارد زیر باشد:

روشنایی جاده ها و بزرگراه هایی با سرعت تردد بالا و کم ترافیک
روشنایی خیابانی
روشنایی مناطق مسکونی
روشنایی زمین های ورزشی
روشنایی مناطق مرطوب مثل جاده ای ساحلی
سازه های فراساحلی
نورپردازی های تزئینی
روشنایی پارک ها و باغ ها
روشنایی سایت های صنعتی مانند پتروشیمی و نیرو گاهی

۴- استانداردهای رعایت شده در طراحی

BS EN 40: 2013 (Standard British)

Lighting columns. Design and verification

این استاندارد اروپایی الزامات و ابعاد برای ستون روشنایی، براکت، بخش پایه، کانال ها و پایانه های زمین را مشخص می کند. نیروی باد در مناطق مختلف جغرافیایی برای اعمال به ستون های کامپوزیتی فراتک بر اساس BS EN 40-3-1 مشخص می شود. ستون های روشنایی کامپوزیت تقویت شده در این سند با پیوست EN 40-7: 2002 پوشش داده شده است.

ANSI C136.20

(Fiberglass-Reinforced Plastic (FRP) Lighting Poles)

این استاندارد در مورد ستون های روشنایی کامپوزیتی برای استفاده در جاده ها و منطقه دیگر مورد استفاده قرار می گیرد. این استانداردها عبارتند از نامگذاری، تعیین ابعاد هندسی ، و معیارهای عملکردی برای ستون های کامپوزیتی می باشد. ابعاد ستون ها و برج های کامپوزیتی فراتک به گونه ای طراحی شده اند که عملکرد آن ها تحت وزش باد معیار های عنوان شده در این استاندارد را رعایت کند.

AASHTO LTS_5

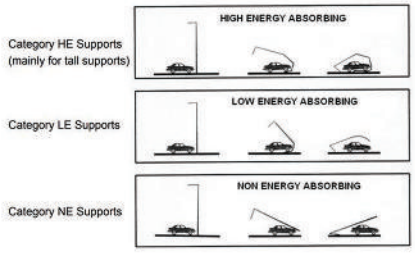
STANDARD SPECIFICATIONS FOR STRUCTURAL SUPPORTS FOR LUMINAIRES, AND TRAFFIC SIGNALS

مفاد این مشخصات استاندارد بیان کننده ملزومات نشانه های بزرگراه، چراغهای جلو و سیگنال های ترافیکی، طراحی ستون های علائم بزرگراه ها، روشنایی و علائم ترافیکی می باشد. بخش هشتم موارد طراحی و تست ستون های کامپوزیتی را مشخص می کند که محصول طراحی شده معیار های این استاندارد را نیز رعایت می کند.

BS EN 12767: 2007

Passive safety of support structures for road equipment -Requirements, classification and test methods

با توجه به استاندارد EN ۱۲۷۶۷، ستون های روشنایی بر اساس توانایی آنها در جذب انرژی در خلال برخورد به سه دسته تقسیم می شوند. ساختارها می توانند دارای جذب بالا، کم یا بدون انرژی (HE، LE، NE) باشند. EN ۱۲۷۶۷ چهار سطح برای بیان ایمنی مسافر فراهم می کند؛ سطوح ۱، ۲، ۳ و ۴. سطح ۴ دارای سطح بالایی از امنیت است که رفتار آنها می تواند توسط یک آزمایش عملی یا شبیه سازی المان محدود انجام شده در سرعت ضربه کلاس مورد نظر تعیین شود. ثابت شده است که ستون های روشنایی کامپوزیتی در رده NE-۲ قرار دارند که از لحاظ امنیت کمترین انرژی ناشی از تصادف را به سرنشین انتقال خواهد داد. بدین سبب امروزه در بسیاری از جاده های کشور های توسعه یافته ، شاهد استفاده از ستون ها و برج های کامپوزیتی به جای نمونه فلزی می باشیم.



۵- جزئیات طراحی و ساخت

۵-۱ فناوری پایه های های ساخته شده از کامپوزیت های تقویت شده با الیاف شیشه

کامپوزیت های تقویت شده با الیاف شیشه برای طیف گسترده ای از بسیار کاربرد ها شامل ساخت و ساز، نمایشگاه، و صنعت حمل و نقل مناسب هستند.

فرآیندهای تولید متفاوتی برای تولید پایه های کامپوزیتی فراتک قابل استفاده است. این فرآیندها شامل رشته پیچی[1] و پالتروژن[2] می باشند. ساختارهای ساخته شده به کمک روش پالتروژن دارای نسبت حجمی الیاف، مدول کششی و استحکام کششی طولی و استحکام کششی طولی بیشتر می باشند.

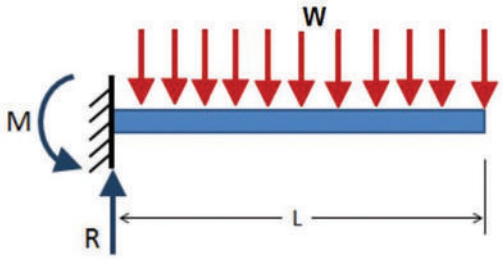
در مورد طراحی پایه های روشنایی، مدول کششی و استحکام کششی در طول پایه در تعیین درجه انحراف پایه ناشی از وزش باد و ضریب اطمینان از لحاظ مقاومت خمشی بسیار ضروری است. به علاوه در این نوع ساختارها، میزان جذب انرژی بیشتر است. این موضوع می تواند در مناطق شهری که جذب انرژی، مورد نیاز است نکته ای مثبت و در بزرگراه ها نقطه ضعف باشد. روش جایگزین برای ساخت ستون های روشنایی شکست پذیر استفاده از روش رشته پیچی است. پایه های روشنایی کامپوزیتی فراتک قابلیت تولید به هر دو روش ذکر شده، بسته به نوع کاربرد را دارا می باشند.

پایه های فلزی یا بتنی غیر ایمن

۵-۲ طراحی پایه‌ها و برج‌های روشنایی کامپوزیتی فراتک

۵-۲-۱ رویکرد تحلیلی:

با حل معادلات کلاسیک مقاومت مصالح برای یک تیر یکسرگیردار(شکل زیر)، میزان بیشینه جابجایی آن ازرابطه زیر بدست می‌آید:



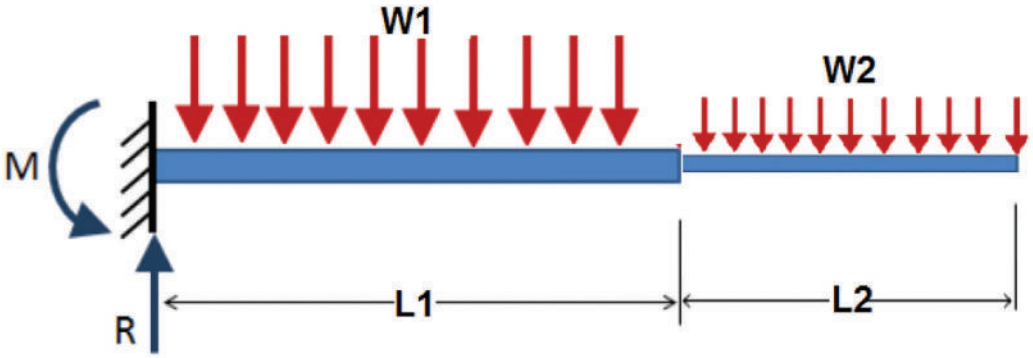
$$\Delta_{max} = \frac{Wl^4}{8EI}$$

1-filament winding
2-pultrusion

که در آن E مودول یانگ، I گشتاور دوم سطح، L طول پایه و W نیرو بر واحد طول اعمالی می‌باشند. میزان بیشینه جابجایی طراحی شده به گونه ای است که از مقدار مجاز تعیین شده در استاندارد ANSI C136 برای هر کلاس طولی پایه یا برج روشنایی تجاوز نکند.

بادرنظر گرفتن یک ستون روشنایی کامپوزیتی تلسکوپی که از دو ستون با خواص هندسی متفاوت تشکیل شده است(شکل زیر)، میزان بیشینه جابجایی ستون تلسکوپی ازرابطه زیر بدست می‌آید:

$$\Delta_{max} = w_1 l_1^4/(8E_1I_1) + w_2 l_2 l_1^3/(3E_1I_1) + w_2 l_2^2 l_1^2/(4E_1I_1) + (w_1 l_1^3/(6E_1I_1) + w_2 l_2 l_1^2/(2E_1I_1) + w_2 l_2^2 l_1/(2E_1I_1))l_2 + w_2 l_2^4/(8E_2I_2)$$



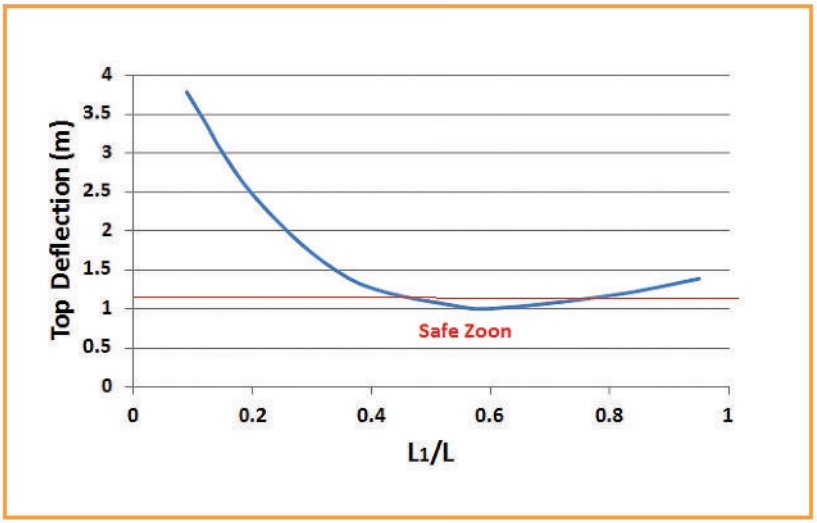
همچنین میزان تنش بیشینه ایجاد شده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

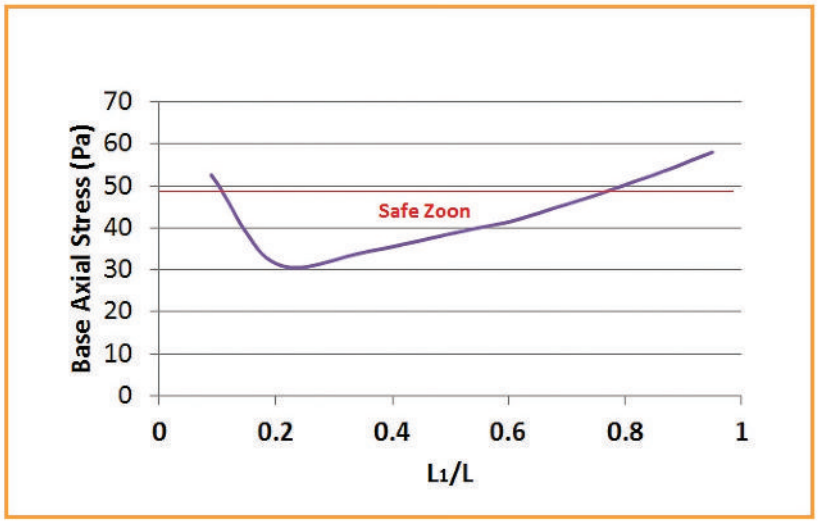
$$\sigma_{max} = (1/2000)((1/2)w_1 l_1^2 + w_2 l_2 (l1 + (1/2)l_2))(di_1 + 2t_1)/I_1$$

که di_1 در آن قطر داخلی بخش پایینی پایه می‌باشد.

بر اساس استاندارد ANSI C136 بیشینه جابجایی که در نوک پایه اتفاق می افتد ، نمی بایستی از ۱۰ درصد طول پایه بیشتر باشد . همچنین بیشینه تنش نیز نبایستی از نصف تنش تسلیم ماده کامپوزیتی به کار رفته بیش‌تر باشد. با در نظر گرفتن این قیود و به منظور بهینه کردن جرم پایه کامپوزیتی، مقادیر مجهول به کمک روش بهینه سازی الگوریتم ژنتیک بدست می‌آید.

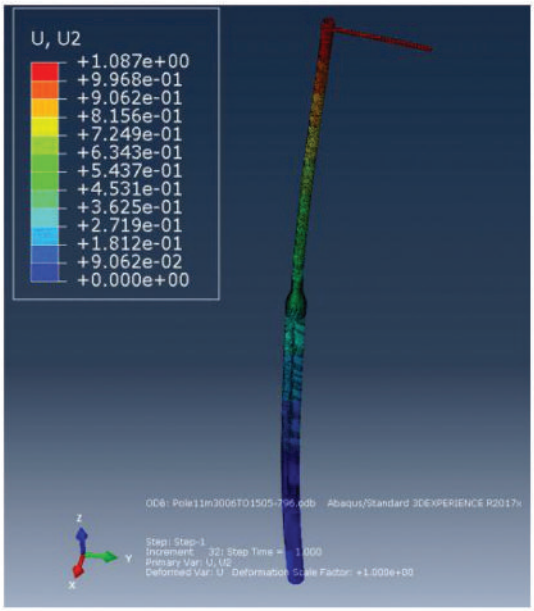
در ادامه، نمودار تغیرات بیشینه جابجایی و تنش را برحسب نسبت‌های متفاوت L1 (طول پایه ابتدایی ستون یا برج) به طول کلی آن برای یک ستون به طول کلی ۱۱ متر ترسیم شده است . سرعت باد نیز ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت درنظر گرفته شده است. بر اساس نتایج به دست آمده از نمودار های زیر نسبت طول بهینه پایه های مختلف ستون ها و برج های روشنایی طراحی شده و سپس با استفاده از یک الگوریتم ژنتیک ضخامت و قطر هر یک از پایه ها محاسبه می گردد.



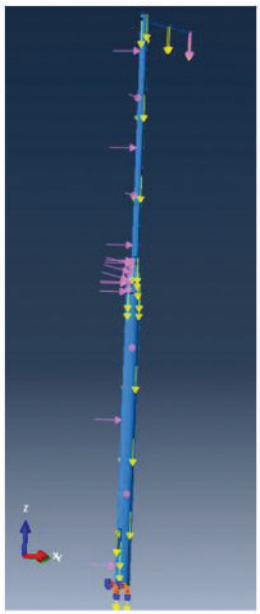


۵-۲-۲ رویکرد المان محدود

نسبت طول بخش های مختلف پایه های تلسکوپی شکل و دیگر مشخصات هندسی پایه های کامپوزیتی فراتک به کمک روش المان محدود بهینه شده است. در زیر، بارهای اعمال شده و شرایط مرزی روی پایه ها و انحراف آن نشان داده شده است. در این الگو، شرایط بار برای سرعت باد ۱۰۰ کیلومتر در ساعت مطابق با BS EN 40-3-1: 2013 اعمال می شود. الزامات ANSI C136.20-2008 شامل حداکثر انحراف بالای ستون که کمتر از ۱۰ درصد طول ستون است و حداقل ضریب اطمینان برابر با ۲ نیز برآورده شده است.

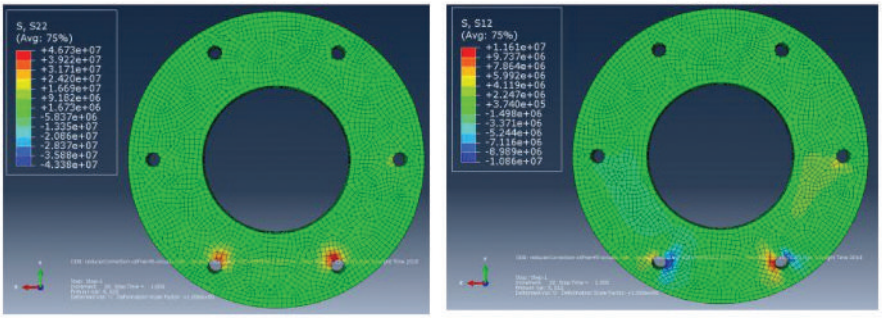


میزان جابجایی پایه کامپوزیتی به طول ۱۱ متر در معرض باد ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت

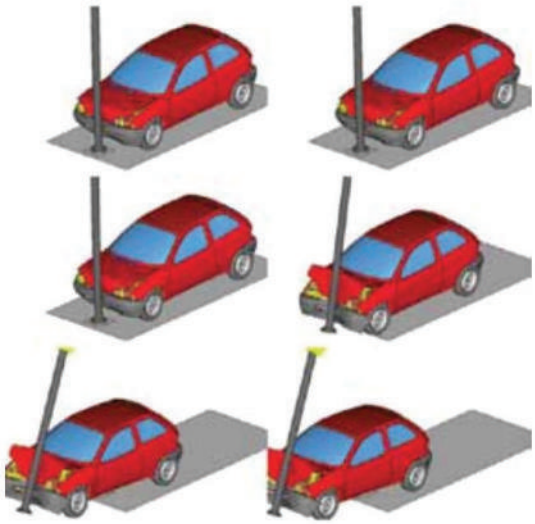


نیروهای اعمال شده و شرایط مرزی در مدل اجزا محدود یک پایه

با کمک معیارهای تخریب سه بعدی مانند" مدل آسیب اصلاح شده سه بعدی هشین" صفحه زیرین را به گونه‌ای می‌توان طراحی نمود که در صورت برخورد وسیله نقلیه، پایه روشنایی از این محل به راحتی شکسته شود. در زیر توزیع تنش برشی و نرمال برای یک صفحه زیرین در شرایط عملیاتی نشان داده شده است.

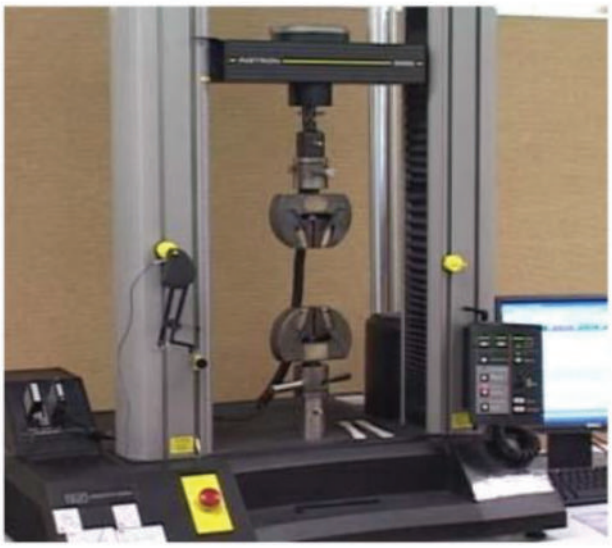


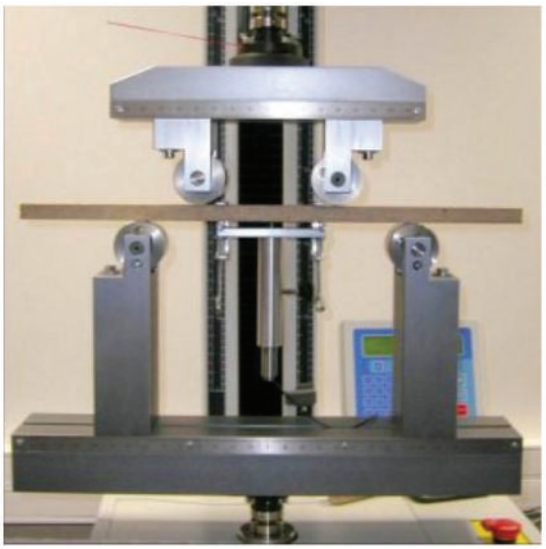
همچنین به منظور آزمایش برخورد اجسام به پایه کامپوزیتی، شبیه سازی این آزمون به کمک روش المان محدود انجام می‌گیرد. این شبیه سازی‌ها که طبق استاندارد EN 12767 صورت می‌پذیرد نشان می‌دهد که پایه‌های روشنایی کامپوزیتی از نوع NE به معنی "بدون جذب انرژی "می‌باشد.



۵-۲-۳ رویکرد تجربی

خواص مکانیکی به کاربر رفته در تحلیل های گوناگون از آزمایش های تجربی در آزمایشگاه مرکز تکنولوژی فراتک بدست می‌آیند. این خواص مکانیکی شامل مودول یانگ، استحکام‌های نهایی و تسلیم، مودول خمشی، نسبت پواسون، چگالی و ... می‌باشند. در ادامه، آزمایش کشش بر روی قطعات کامپوزیتی نشان داده شده است.





به منظور صحت سنجی از محاسبات تحلیلی و المان محدود، آزمایش تجربی بر روی پایه ها روشنایی کامپوزیتی انجام می‌پذیرد. در شکل زیر، میزان نیروی باد با یک نیروی متمرکز در انتهای ستون معادل‌سازی شده است.تطابق میزان جابجایی افقی اندازه گیری شده با محاسبات تحلیلی ، المان محدود و الزامات استاندارد حاکی از صحت طراحی و رعایت کردن معیار های عنوان شده در استاندراد ANSI C 136.20 را دارد.

۳-۵ مواد اولیه

کامپوزیت های(GFRP Glass Fiber Reinforced Polymer) از دو یا چند ماده اولیه تشکیل می‌شوند. در این مواد ماتریس پلیمری (رزین ها) به وسیله الیاف تقویت کننده احاطه شده اند. این مواد دارای خواص ناهمسانگرد هستند و این خصوصیت بهینه کردن طراحی و رسیدن به ویژگی های مکانیکی منحصر بفرد را منجر می‌شود. الیاف به کار رفته در ستون‌های روشنایی کامپوزیتی از الیاف E-Glass می‌باشد. همچنین رزین به کار رفته می‌تواند پلی استر اشباع نشده، اپوکسی و یا وینیل‌استر باشد. خواص مکانیکی این مواد در جدول زیر داده شده است.

رزین	توضیحات
وینیل‌استر	**مقاومت شیمیایی- مقاوم به حریق- مقاومت در خوردگی**
پلی استر اشباع نشده	**کاربرد صنعتی- مقاومت به حریق- مقاومت در خوردگی**
اپوکسی	**رنگ‌ها و پوشش - مقاومت به حریق**

	E-glass	وینیل استر	پلی استر اشباع نشده	اپوکسی
چگالی (kg/m^3)	2602	1100	1097	**1107**
استحکام کششی (MPa)	3447	80 - 85	74	**55**
مدول کششی (GPa)	72	3.3	3.7	**3**

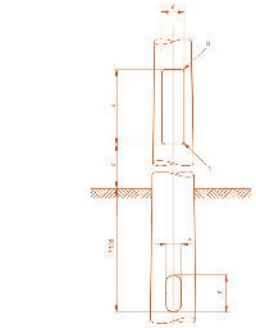
*توجه شود که مقادیر بالا، مقادیر پیش فرض هستند و با مقادیپر واقعی نمونه تولیدی امکان دارد تفاوت داشته باشند.

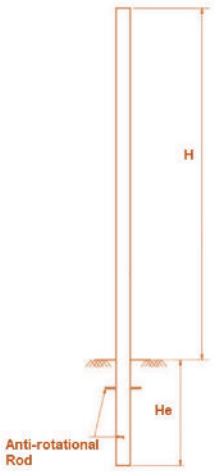
۵-۴ مشخصات محصول

- پایه‌ها دارای شکل تلسکوپی یا مخروطی هستند.
- پایه‌ها دارای پوشش مقاوم در برابر اشعه ماوراء بنفش هستند.
- پایه‌ها می توان با هر رنگی ارائه شوند.
- ضریب اطمینان پایه‌های روشنایی حداقل ۲ در شرایط حداکثر سرعت باد در محل بر اساس ANSI C136.20 می باشد.
- بیشینه جابجایی بالای پایه‌ها ۱۰ درصد طول کلی پایه در شرایط وزش حداکثر سرعت باد در محل بر اساس ANSI C136.20 می باشد.
- اثر شرایط زمین شناسی مختلف می تواند بر روی پایه ها بر اساس BS EN 40-3-1:2013 پیش بینی شود.
- طول پایه‌های کامپوزیتی فراتک می تواند تا ۱۸ متر بر اساس BS EN 40-2: 2004 باشد.
- مشخصات ابعاد درب بازشونده به منظور دسترسی به کابل‌ها - طبق استاندارد BS EN 40-2: 2004 به صورت زیر است: توصیه می شود که اندازه c باید تقریبا ۶۰۰ میلیمتر باشد.

x in mm	y in mm
50	150
60	150
75	150

a in mm	b in mm
132	38
186	45
200	75
300	85
400	60
400	85
400	90
400	100
500	100
500	120
600	115
600	130





۵-۴-۱پایه‌های دفنی با سطح مقطع دایره ای

Model	H [m]	D [mm]	H_e Embedded [m]	Approx. weight [kg]
Fara-3000-RB	3	75	0.9	10
Fara-4000-RB	4	100	0.9	14
Fara-5000-RB	5	150	1.2	22
Fara-6000-RB	6	150	1.2	36

۵-۴-۲ پایه‌ها با مقطع دایره ای (اتصال فلنج)

Model	H [m]	D [mm]	Approx. weight [kg]
Fara-3000-R	3	75	5
Fara-4000-R	4	100	9
Fara-5000-R	5	150	17
Fara-6000-R	6	150	30

۵-۵ پایه‌های روشنایی تلسکوپی (اتصال فلنج)

Model	H (mm)	L_1 (m)	L_2 (m)	D_1 (mm)	D_2(mm)	Approx. weight (kg)
Fara-7000-RT	7	3.8	3.2	200	100	30
Fara-8000-RT	8	5	3	200	100	40
Fara-9000-RT	9	6	3	250	100	50
Fara-10000-RT	10	6	4	300	150	65
Fara-11000-RT	12	7.5	4.5	350	150	108
Fara-12000-RT	14	9	5	400	150	172
Fara-15000-RT	15	10	5	450	150	241
Fara-16000-RT	16	10	6	450	150	280
Fara-18000-RT	18	10	8	500	300	432

* برای برج های روشنایی با طول بیشتر از ۱۸ متر مطابق با درخواست، پایه های روشنایی کامپوزیتی فراتک طراحی و ساخته می‌شوند.

۵-۶ نصب

قطعات مختلف پایه های روشنایی کامپوزیتی فراتک با دقت بالایی به کمک تکنولوژی لیزر هم راستا می شوند. از چسب فراتک نیز برای اتصال قطعات مختلف در محل نصب استفاده می شود.

استفاده از لیزر و چسب فراتک برای تراز و اتصال قطعات

۶- فانوس‌های دریایی کامپوزیتی فراتک

فانوس دریایی فراتک، یک برج روشنایی کامپوزیتی است که برای انتشار نور در سامانه ناوبری دریای طراحی شده است. آن ها همچنین در ناوبری هوایی کاربرد دارند. روی این برج‌ها، تجهیزات ناوبری مانند فانوس دریایی، نور پیشرو، چراغ رادار، سامانه تولید برق خورشیدی و دیگر دستگاه‌های کنترل کننده را می‌توان نصب کرد.

فانوس‌های دریایی در معرض شرایط سخت زیست محیطی قرار دارند. آن‌ها به طور مداوم در معرض بادهای شدید، رطوبت بالا، تغیرات دمایی، محیط بسیار خورنده و ارتعاشات زمین قرار می گیرند. این در حالی است که با استفاده از برج‌های روشنایی کامپوزیتی به عنوان فانوس دریایی، می‌توان تمامی مسایل مربوط به شرایط محیطی را مرتفع کرد.

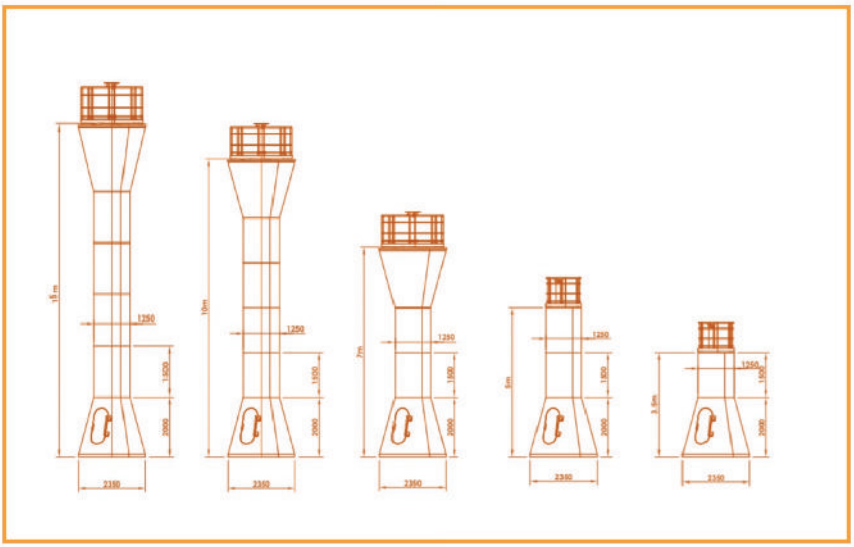
۶-۱ مزیت‌های فانوس‌های دریایی کامپوزیتی فراتک

- مقاومت بسیار بالا در برابر خوردگی نسبت به نمونه‌های فلزی و بتنی
- دارای استحکام مکانیکی بالا و مقاوم در برابر وزش باد با سرعت‌های بسیار زیاد
- عدم نیاز به تعمیر و نگهداری
- قابلیت طراحی برای انواع مناطق آب و هوایی
- مقاومت بالا در برابر حریق
- مقاومت در برابر اشعه UV نورخورشید
- عمر به مراتب طولانی تر از نمونه های فلزی
- سبک بودن وزن و همچنین طراحی قطعات، حمل و نقل را آسان می‌نماید و نصب را در مناطق دور دست میسر می‌کند.

۲-۶ مشخصات فانوس‌های دریایی کامپوزیتی فراتک

- دسترسی داخلی از طریق یک درب قفل شونده از جنس GRP
- دارای نردبان کامپوزیتی برای دسترسی به بالای برج
- رنگ آمیزی بر اساس استاندار IALA
- دارای حفاظ کامپوزیتی برای پلتفرم آن
- گریتینگ کامپوزیتی بخش پلتفرم قابل طراحی برای تحمل نیروهای مختلف
- قابلیت نصب سیستم تولید برق خورشیدی بر روی آن
- نیروی باد بر اساس شرایط زمین شناسی مختلف طبق BS EN 40-3-1:2013 محاسبه می‌گردد.
- ارتفاع برج های استاندارد از ۳.۵متر تا ۱۵ متر، برای ارتفاع‌های بیش‌تر از ۱۵ متر، طراحی براساس درخواست کارفرما انجام می‌پذیرد.

MODEL	MATERIAL	HEIGHT m	BOTTOM BASE DIA m	TOP BASE DIA m	DIAMETER m	WIND SPEED Km/h	WEIGHT kg
Fara-T-35	GRP	3.5	2.35	1.25	1.25	180	375
Fara-T-50	GRP	5	2.35	1.25	1.25	180	445
Fara-T-70	GRP	7	2.35	2.35	1.25	180	880
Fara-T-100	GRP	10	2.35	2.35	1.25	180	1075
Fara-T-150	GRP	15	2.35	2.35	1.25	180	1550



یادداشت

نشانی دفتر مرکزی : شیراز، خیـابان ارم
کـوی ۲۲ ، پلاک ۲۴۹
تلفن : ۳۲۲۹۱۹۱۸ - ۳۲۲۹۳۳۵۰ (۰۷۱)
فکس : ۳۲۲۷۲۶۹۷ (۰۷۱)
صـندوق پستی : ۱۱۴۳- ۷۱۳۶۵
کدپستـی : ۴۶۴۴۸ - ۷۱۴۳۷

دفتر تهران: تهران، خیابان ولیعصر
توانیر، خیابان نظامی گنجوی
پلاک ۲۲
صندوق پستی : ۷۹۳۵۱۳-۱۴۳۴
تلفن: ۸۸۷۷۸۶۲۰ (۰۲۱)
فکس: ۸۸۸۸۳۴۶۴ (۰۲۱)