مقطع تحصیلی: کارشناسی رشته: معماری داخلی ترم:چهارم سال تحصیلی: ۱۳۹۸- ۱۳۹۹ نام درس:طراحی فضای داخلی فضای ورزشی نام ونام خانوادگی مدرس: محمد بهزادپور آدرس emailمدرس: mohammad.behzadpour@gmail.com تلفن همراه مدرس: ۰۹۱۲۶۸۱۱۶۹۱
جزوه درس: طراحی فضای داخلی فضای ورزشی مربوط به هفته : سیزدهم text: دارد voice: ندارد power point: ندارد

سازه

وجه مشخصه استادیوم های فوتبال سطح وسیع و محل قرارگرفتن تماشاچیان است که تا چندی پیش به خاطر ابعاد وسیع و عدم امکان استفاده از ستون گذاری با دهانه های متداول همواره روباز در نظر گرفته می شد. با گذشت زمان راه حل هایی برای تامین سایه بان جهت آسایش تماشاچیان بوجود آمد .لیکن پوشش سقف زمین فوتبال به لحاظ هزینه های هنگفت از مواردی بود که مورد توجه قرارنمی گرفت.

امروزه در برخی از کشورها استادیومها فوتبال کاملاً سرپوشیده هستند .بدین معنی که هم زمین فوتبال و هم بخش تماشاچیان دارای سقف می باشند .وجود سقف علیرغم هزینه های گران، تماشاچیان و بازیکنان را از باران و برف و یا تابش شدید آفتاب محفوظ می دارد. سیستم باربری سازه یک استادیوم یکی از مهم ترین مقوله های طراحی است و تأثیر فراوانی در فرم کلی مجموعه دارد .ارزش تجاری و اقتصادی و پتانسیل استادیوم برای شاخص شدن، از نوع سازه آن نشأت می گیرد.

سقف های مدور باعث یکپارچگی فضای داخلی استادیوم و فضاهای مجاور جایگاه تماشاچیان شده وجو خاصی را دریک فضای بی نظیر اعمال می کند .از این رو همواره فرم کلی سازه یک مجموعه ورزشی باید هماهنگی کامل با کل مجموعه داشته باشد.

به طور کلی تنش ها به 2دسته تقسیم می شوند:

- تنش های خمشی :زمانی رخ می دهد که نیروها به صورت عمودی بریک عضو سازه ای (تیر صفحه) اعمال شود.

- تنش های محوری :زمانی رخ می دهد که نیروها برامتداد بعد بزرگ تر المانهای سازه ای (ستون –دیوار و ...) وارد شود.

معمولاً در طراحی سازه فرض براین است که طراحی براساس نیروهای محوری صورت پذیرد و ازخمش در سازه اجتناب شود.

سازه هایی که در معرض نیروهای محوری قراردارند مانند قوس ها و کابلها در مقایسه با سیستم هایی که تحت تنش خمشی قر ارمی گیرند مانند تیرها و دال ها سبک تر بوده و مصالح کمتری مصرف می کنند.

درسال 1967مهندس معمار هینوانگل لفظ سازه مختلط (Hybrid)را بکار بردکه به نحوه باربری سیستم هائی تعلق دارد که نیروهای متفاوت در راستاهای مختلف را بایک مکانیزم واحد انتقال می دهد.

سیستم های سازه مختلط به طور معمول در ساخت استادیوم ها و ورزشگاه ها با ترکیب سیستم های سازه با عملکرد برداری و سیستم های سازه با عملکرد مقطعی به عنوان سقف جایگاه ها به کار گرفته می شود.

پوشش دهانه های بزرگ تنها با بکار بردن مصالح با مشخصات ویژه و سبک امکان پذیر است.

سازه سقف استادیوم های مدرن به دلیل محدودیت های دید تماشاچیان باید بدون ستون باشند در نتیجه بکار گیری سازه های عظیمی که از پشت جایگاه تماشاچیان طره شده اند اجتناب ناپذیراست.

گزینه دیگر بجای سازه های طره ای شعاعی سیستم های سازه های فضایی است که بدون ایجاد ممان خمشی که در سازه های طره ای موجود است و با بکارگیری حلقه های سازه ای بار را انتقال می دهند . (سازه چرخ دوچرخه).

از سال1960هینو انگل در زمینه سیستم های باربری ساختمان ها دردانشگاه مینسوتا (Minnesota) امریکا در حال تحقیق بوده است او این سیستم ها را به 5گروه اصلی تقسیم کرده و توضیحات ذیل برگرفته از کتاب اوست.

سیستم های باربری ساختمانی

سیستم های سازه با عملکرد شکلی

سیستم های سازه ای انعطاف پذیرو از مصالح غیرصلب هستند که در آن توزیع نیروها از طریق طر احی فرم ویژه و پایدار سازی فرم مشخص شده انجام می شود .اجزای اصلی این سازه ها همواره تحت تأثیر یک نوع از تنش های محوری عمود برسطح قراردارند، یعنی تنش فشاری یا تنش کششی:

- سازه های کابلی با دهانه های موازی، شعاعی، دوطرفه و خرپاهای کابلی
- سازه های چادری با نقطه اوج، سیستم های چادری موج دار، سیستم های چادری با اوج غیرمستقیم
- سازه های بادی :سیستم های سقف با هوای کنترل شده –سیستم های محفظه هوا – سیستم های بادی لوله ای.
- سازه های قوسی :خطی، طاقی، سیستم های شبکه ای طاقی

سیستم های سازه با عملکرد برداری

سیستم های سازه ای متشکل از عناصر خطی مستقیم مقاوم (میله با مقطع مستطیلی یا گرد) هستند که در آن ها توزیع نیروها از طریق تجزیه برداری یا به عبارت دیگر با تجزیه چند جهته نیروها صورت می گیرد .اعضای سیستم (وترها، اعضای جان) برخی تحت فشار و برخی دیگر تحت کشش قرارمی گیرند:سیستم های با عملکرد توأم فشار و کشش.

- خرپاهای تخت :سیستم های با وتر فوقانی، با وتر تحتانی، با وتر مضاعف و سیستم های خمیده.

- خرپاهای قوسی :سیستم های با انحنای ساده، سیستم های زین اسبی، سیستم های گنبدی شکل، کروی .
- خرپاهای فضایی :سیستم های تخت، سیستم های تاشو، سیستم های قوسی، سیستم های خطی.

سیستم های سازه با عملکرد مقطعی

سیستم های سازه دارای عناصر خطی توپر و صلب و همچنین شکل فشرده آن ها مثل دال ها هستند که در آنها توزیع نیروها از طریق به کارگیری نیروهای مقطعی صورت می گیرد.

اعضای سیستم تحت خمش و به عبارت دیگر، فشار، کشش و برش داخلی قرار می گیرند.

- سیستم های تیری :تیر تک دهانه، تیرپیوسته، تیر با اتصال مفصلی، تیر طره ای
- سازه های قابی :قابهای یک دهانه، قاب های چند حجره ای، قاب های طبقه ای
- سیستم های شبکه تیر :شبکه های همگن، شبکه های تدریجی، شبکه های غیرتمرکز یافته
- سازه های دالی:دال های یکنواخت .دال های تیرک دار، قاب های جعبه ای، دال های طره ای.

سیستم های سازه با عملکرد سطحی

سیستم های متشکل از سطوح انعطاف پذیر، اما از طرف دیگر مقاوم در برابر فشار، کشش و برش هستند که در آنها توزیع نیروها از طریق مقاومت سطحی و طراحی ویژه سطح انجام می شود .اعضاء سیستم عمدتاً تحت تأثیر تنش های غشایی قرار دارند.

- سازه های صفحه ای:صفحات تک دهانه، صفحات پیوسته، صفحات طره ای، صفحات متقاطع، صفحات تاشده خطی.

- سازه های پوسته ای :پوسته های با انحنا منفرد، پوسته های گنبدی، پوسته های زین اسبی، پوسته های خطی

سیستم های سازه با عملکرد ارتفاعی

سیستم های سازه متشکل از عناصر صلب توپر با گسترش قائم هستند که در آن ها توزیع نیروها –به عبارت دیگر جذب و انتقال به زمین بارهای ارتفاعی از طریق ترکیب مقاوم در ارتفاع عناصر، سازه های مرتفع انجام می شود.

- سازه های مرتفع نوع دهانه ای :دهانه های قابی، دهانه های با دیوار برشی، سیستم صندوقه خرپایی، سیستم صندوقه با تیر و ستون پایدار شده.
- سازه های مرتفع صندوقه ای :سیستم صندوقه قابی، دهانه های خرپایی، دهانه های با تیر وستون، صندوقه با دیوار برشی
- سازه های مرتفع با هسته مرکزی :سیستم هسته طره ای، سیستم هسته با بارهای غیر مستقیم
- سازه های مرتفع مرکب از پل :سیستم پل شاه تیری، پل طبقه ای، پل چند طبقه ای.

سیستم های سازه ای مناسب برای پوشش دهانه های بزرگ

سیستم های خطی

به منظور طبقه بندی سیستم های سقف استادیوم ها و مجموعه های ورزشی اول باید به این سئوال که چه سیستمی به عنوان فونداسیون به کار گرفته می شود پاسخ داده شود.

به عنوان یک اصل ابتدا ساز ه اصلی باید از سازه های جانبی و سازه سقف جدا شود .سازه اصلی وظیفه انتقال بارمرده، بار برف و باد را به زمین دارد .بنابراین تمامی انواع سازه های سقف به عنوان یک سازه جانبی در نظر گرفته می شوند که تنها وظیفه پوشش سازه جایگاه ها یا پوشش مکمل استادیوم در برابر عوامل جوی را برعهده دارند .معمولاً سازه های مختلط بکار گرفته دراین زمینه امکان پذیر نیست و معمولاً درهر پروژه براساس خلاقیت های طراح پروژه این سازه ها با هم ترکیب می شوند.

سیستم های خطی به 2دسته تقسیم می شوند :شعاعی و محوری

عمدتاً تیرهای طره ای شعاعی از پشت جایگاه تماشاچیان طره شده و به صورت شعاعی دورتا دور جایگاه می چرخد.

این تیرهای طره ای به 3 دسته تقسیم می شوند:

- سیستم های طره ای ساده (استادیوم آلیانز آرنا مونیخ)
- سیستم طر ه ای با تکیه گاه و نگهدارنده (استادیوم برلین)
- سیستم طره ای با تابلوی نگهدارنده پشتی (استادیوم نورمبرگ)

ممان خمشی سازه های طره ای در دهانه های بزرگ باید به وسیله افزایش بعد سازه در گوشه ها گرفته شود .اگر در پروژه ای این روش امکان پذیر باشد سازه طره یک روش طراحی بسیار ساده است.

به دلیل اینکه یک تیر منفرد به نیروهای حلقوی متکی نیست به راحتی قابل نصب است .و این مزیتی است که بهره برداری از زمین بازی را در هنگام نصب سازه سقف امکان پذیر می کند.

اگر خرپا امکان تحمل ممان خمشی گوشه ها را نداشته باشد این ارتفاع سازه با اضافه کردن تکیه گاه ها و یا ادامه دادن خرپا در پشت جایگاه برای ایجاد یک کوپل نیرو از عضوهای کششی و فشاری قابل کاهش است .

سازه های فضاکار

سازه فضا کار سیستم خرپای سه بعدی است که دهانه های آن در دو جهت گسترش یافته اند و اعضای آن فقط در کشش یا فشار می باشند .در حالیکه اصکلاح قاب به درستی به سازه هایی با اتصالات صلب اشاره می کند .سازه فضاکار به طور مشترک برای سازه هایی با اتصالات مفصلی و صلب بکار می رود .بیشتر سازه های فضاکار از مدول های یکسان و تکرارشونده با لایه های موازی در بالا و پایین (مشابه عناصر فوقانی و تحتانی خرپا)تشکیل می گردد (گلابچی، محمود، 1382).

سازه های فضاکار را می توان با عناوین زیر طبقه بندی کرد:

- قاب های فضاکار (شامل خرپاهای فضاکار، سازه های کش بستی، گنبد های مشبک) .
- سازه های ورق تاشده (صفحات چندار).
- سازه های پوسته ای صلب
- سازه های پوسته ای نرم (شامل شبکه های کابلی، غشاها و سازه های بادی).

خرپاهای فضاکار

از خرپاهای فضاکار برای پوشاندن دهانه های آزاد بزرگ در جایی که نیاز به عدم وجود ستون است، استفاده می شود .به علت آرایش مثلثی اعضای، پیوسته آنها، نیروهای ایجاد شده در خرپاهای فضاکار تحت اثر بار اساساً نیروی محوری می باشند .این عملکرد محوری باعث استفاده موثرتری از مصالح می گردد .خرپاهای فضاکار به خاطر شکل منظم و تکرارشونده خود دارای قابلیت ساخت مدولی و مونتاژ می باشند.

مهمترین اجزاء هر سیستم خرپای فضاکار گره های آن است .یکی از عوامل مهم در کاهش هزینه تمام شده یک خرپای فضاکار استفاده از اتصالات ساده است .اما عوامل دیگری نیز روی قیمت نهایی یک خرپای

فضاکار تاثیر می گذارند که عبارتند از وزن، راحتی ساخت و نصب، نوع پوشش و غیره (ال .سی .اشمیت 1379).

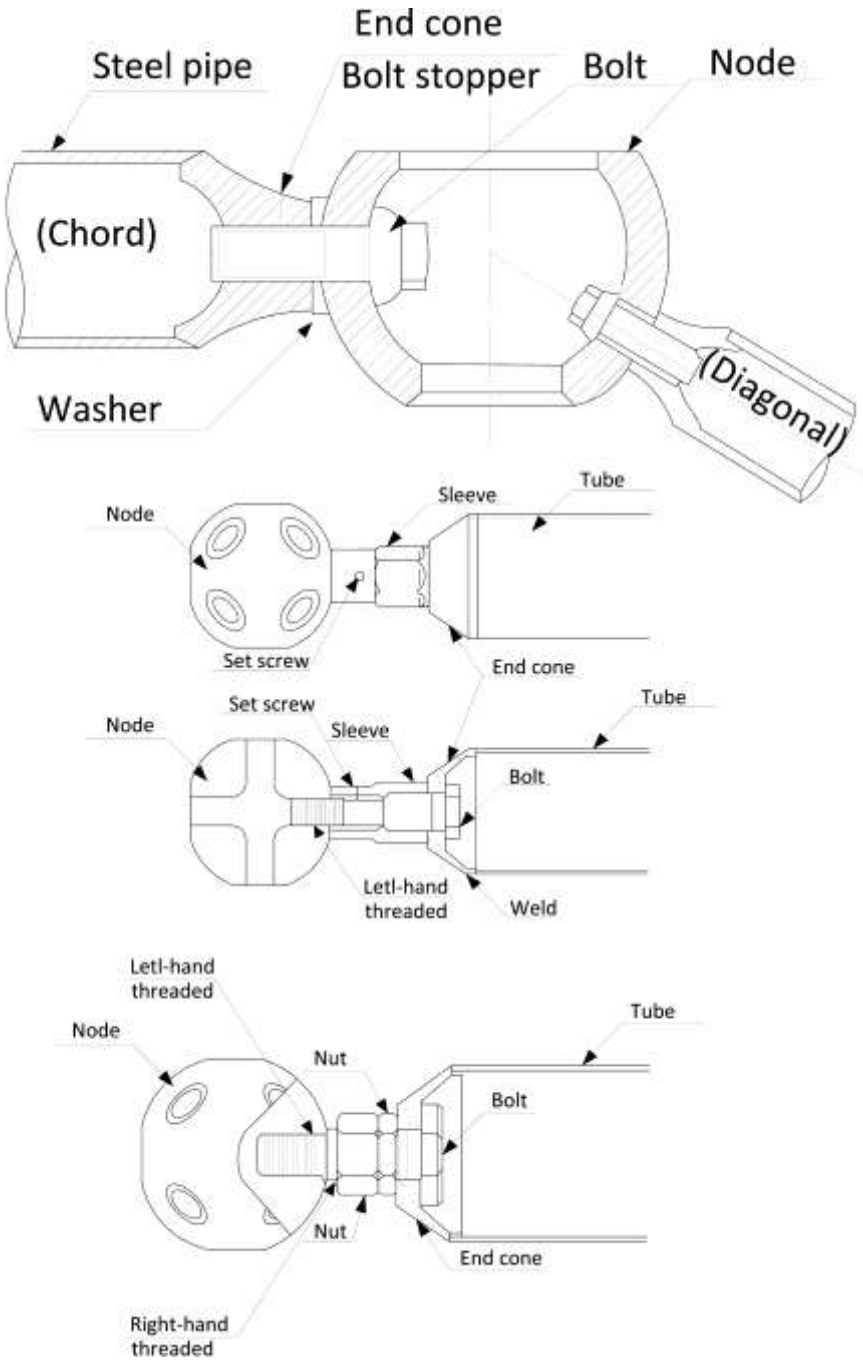
لایه بندی

سازه فضایی از حیث لایه بندی به دو گروه تک لایه و چند لایه تقسیم می شود .در سازه های تک لایه الزاماً باید از اعضا و اتصالات خمشی استفاده شود در غیرر اینصورت سازه ناپایدار خواهد بود .برعکس در سازه های چند لایه می توان از اعضای محوری و اتصالات مفصلی استفاده کرد.

باید دانست که شبکه های قطری دارای سختی بیشتری از شبکه های راست هستند و در نتیجه خیز آنها کمتر است .شبکه های سه سویی به دلیل عملکرد قطریشان برای دهانه های بزرگتر بکار می روند و توزیع تنش در آنها یکنواخت تر از شبکه دولایه است.

اتصالات

اتصالات بسیار متنوعی در سازه های فضایی به کار می رود که اغلب با نامهای تجاری آن شناخته می شوند . یکی از قدیمی ترین انواع اتصالات سیستم مرو نام دارد که اول بار درسال 1942توسط دکتر منگر ینگهازن (Menge Ringhausen)این اتصال یک گوی توپر است با تعدادی سوراخ رزوه شده که با توجه به هندسه طرح و موقعیت اعضا در روی محیط گوی تعبیه شده اند .نحوه اتصال اعضا سیستم به مرو در شکل زیر آمده است .در انتهای هر عضو و در داخل آن یک پیچ قرار می گیرد .این پیچ دارای یک مهره هرز گرد است و در داخل پیچ یک شیار تعبیه و میله نازکـی از آن عبور می کند از این میله به جـای دسته برای سفت کردن پیچ استفاده می شود)حسن مقدم، .(1379



اتصالات گوی مرو

بیشتر خرپاهای فضاکار گره های هم محور دارند .یعنی مراکز سطح مقطع همه اعضایی که در یک گره به هم می پیوندند، از یک نقطه مشترک می گذرند که مرکز گره می باشد .بعضی از خر پاهای فضاکار گره های برون محور دارند .این برون محوری باعث خمش موضعی گره ها و اعضا می شود که باید در طر احی مدنظر قرارگیرد .اما اگر یال های فوقانی درمحل گره سرتاسری باشند، این پیوستگی می تواند مضرات ناشی از برون محوری را تا حدی جبران کند .همچنین پیوستگی یال ها باعث سرعت بیشتر ساخت خرپا درکارگاه می شود.

انواع مختلفی از خرپاهای فضاکار وجود دارد شامل شبکه های دولایه که به شکل های مختلفی ساخته می شوند مانند :مسطح (تخت)، نیم شبکه ای و گنبدی یک شبکه تک لایه تحت اثر بار عمدتاً به خمش و پیچش کار می کند، درصورتی که یک شبکه دولایه اساساً به صورت ایجاد نیروهای محوری در اعضا خود رفتار می نماید.

شبکه های یک لایه برای دهانه هایی تا 10متر مناسبند .شبکه های دولایه می توانند دهانه هایی با طول بیش از 100متر را بپوشانند .برای افزایش سختی شبکه های دولایه از شبکه های 3لایه برای پوشاندن دهانه های بزرگ استفاده شده است.