



دانشگاه سمنان
پردیس هنر
دانشکده معماری و شهرسازی
گروه معماری

سیستم های ساختمانی

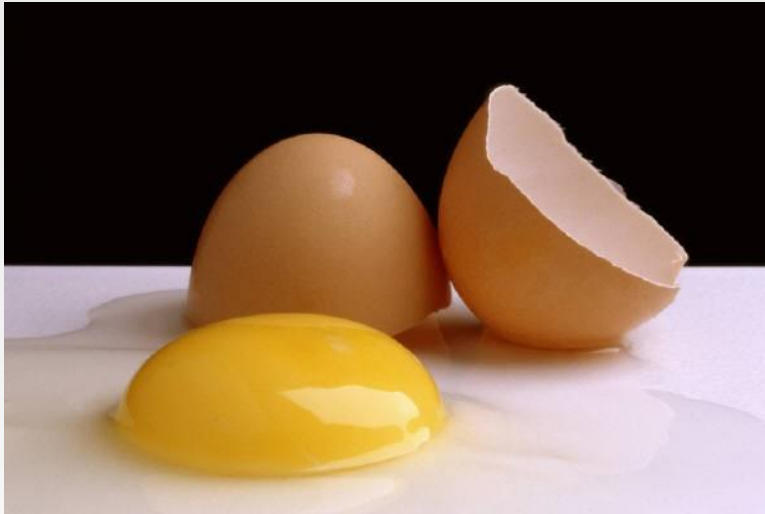
سازه های پوسته ای

دکتر سعید مقیمی

۱۴۰۰-۱۴۰۱

مقدمه

پوسته ها یکی از فراوانترین و متنوع ترین انواع فرم ها هستند که هم به صورت طبیعی (همانند مجموعه موجودات ، لاک محافظ برخی حیوانات مثل لاک پشت یا حلزون یا تخم پرندگان یا خزندگان) و هم مصنوع دست بشر (انواع سازه های پوسته ای با کاربری های گوناگون مثل انبار ها و سیلوها ، سالن های ورزشی ، فروشگاه های بزرگ ، خانه های مسکونی ، سد های قوسی ، بدنه هواپیما و کشتی و خودرو و ...) در دنیای فیزیکی اطراف ما قابل مشاهده می باشند . در واقع پوسته ها سطوح هندسی غیر قابل انعطاف و ساخته شده از مواد سخت و محکم هستند که قسمتی از فضا را از بخش دیگر جدا کرده و یکی از عالیترین انواع سازه ها بشمار میروند.



منبع :



مقدمه



در صنعت ساختمان سازی امروزی ، سازه های پوسته ای به سطح منحنی با ضخامت نسبتاً کم و جنس بتن مسلح (در اکثر موارد) ، تخته های چند لایه ، پلاستیک ها و پلیمرها، اطلاق شده که فضای درون را از فضای بیرون جدا کرده بطوریکه فضای درون هیچ ستونی نداشته و در بیرون نیز شمع یا دیوار پشت بندی موجود نمی باشد .

سازه های ساختمانی پوسته ای معمولاً در شرایطی که بار وارده بر سطح سازه به صورت گسترده و یکنواخت بوده و فرم منحنی مورد نیاز میباشد ، بسیار کاربرد دارند .

منبع :



تاریخچه کاربرد سیستم های سازه ای پوسته ای در صنعت ساختمان سازی



تولد استفاده از سازه های پوسته ای در واقع مقارن و در ارتباط با عصر اختراع بتن در دوران روم باستان می باشد . رومیان در سال ۱۲۵ بعد از میلاد مسیح در ساخت گنبد معبدپانتئون از این سیستم بهره گرفته و گنبدی با پوسته بتنی که در سمت قاعده بعلت مقاومت بیشتر به ضخامت پوسته افزوده می گردید را احداث نمودند و اولین تجربه استفاده از پوسته توسط بشر را به نام خود رقم زدند. بتن استفاده شده در دوران روم باستان بتن سبکی بود که بدلیل مسلح نبودن قابلیت مقاومت در برابر نیروهای کششی وارده به خود را نداشت و همین نکته مهمترین نقطه ضعف سازه های پوسته ای مورد استفاده در دوران معماری باستان می باشد . در دوران معاصر ودر سال ۱۸۴۹ بتن با استفاده از میلگرد مسلح گردید و در واقع اختراع بتن مسلح و افزایش مقاومت آن در برابر نیروهای کششی دروازه ای بود به عصر جدید سازه های ساختمانی که از جمله آنها پوسته های بتنی مسلح بودند.

منبع :



تاریخچه کاربرد سیستم های سازه ای پوسته ای در صنعت ساختمان سازی

از اواخر قرن ۱۹ و اوایل قرن بیستم با بروز احساس نیاز بشر به کاربریهای جدید در معماری مانند سالن های نمایش با سطح وسیع ، مراکز خرید جمعی ، استودیوم های ورزشی ، آشیانه های هواپیما ها و ... ایده گیری معماران از فرم های طبیعی موجود در جهان مثل پوسته لاک پشتها ، ماهی ها و برگ گیاهان ، نمونه های متنوعی از این سازه خلق و احداث گردیدند . معماران معروف و بزرگی همچون آنتون تدسکو (پدر پوسته های نازک بتنی آمریکا) ، ادوارد تروجا و فیلیکس کاندلا ، از جمله پیشگامان طراحی پوسته ها در دوران معاصر می باشند.



هال ورودی فروشگاه فیشر (آمریکا ، آنتون تدسکو ، ۱۹۳۴)

منبع :



تاریخچه کاربرد سیستم های سازه ای پوسته ای در صنعت ساختمان سازی



میدان اسب دوانی زارزوتلا (اسپانیا ، ادوارد تروجا ، ۱۹۳۵)



تاریخچه کاربرد سیستم های سازه ای پوسته ای در صنعت ساختمان سازی



کلیسای سانتامونیکا (مکزیک ، فلیکس کاندلا ، ۱۹۶۶)



تاریخچه کاربرد سیستم های سازه ای پوسته ای در صنعت ساختمان سازی

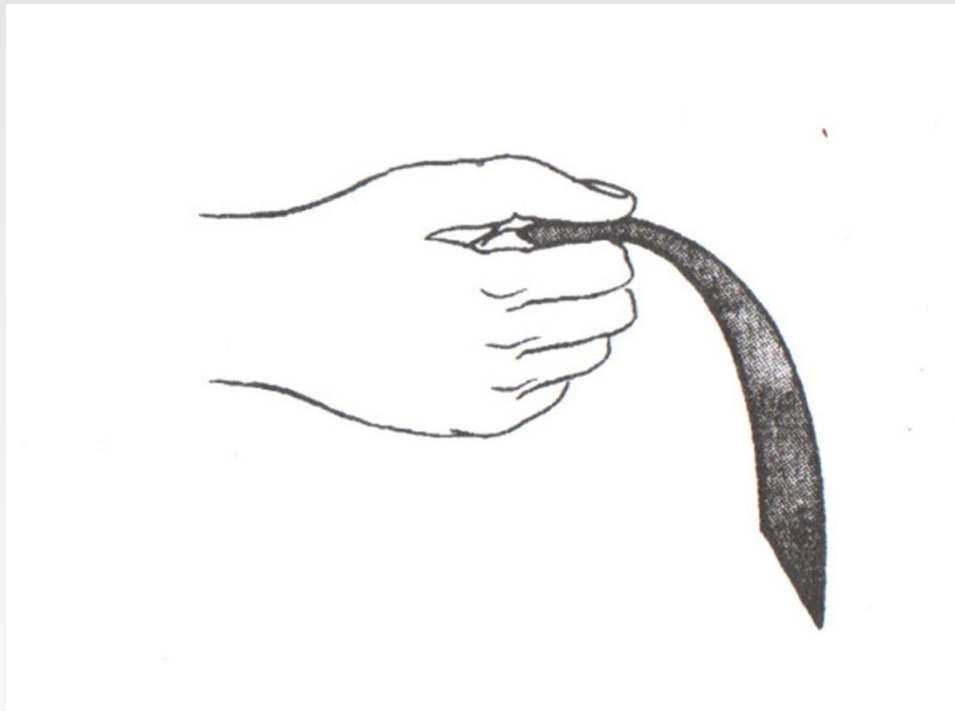
در حال حاضر با بهره گیری از تکنولوژی پمپاژ بتن ، اجرای پوسته ها در ساختمانهای بلند و مرتفع ، به نحو چشمگیری تسهیل یافته و همچنین طراحی ، تجزیه و تحلیل سازه های پوسته ای به کمک رایانه ها با درجه دقت بیشتری نسبت به گذشته صورت می گیرد .

منبع :



رفتار سازه ای پوسته ها

برای درک بهتر رفتار سازه ای پوسته ها ، اگر یک ورق کاغذ را بطور عادی در دست بگیریم ، خم می شود و حتی توانایی تحمل وزن خود را هم ندارد .



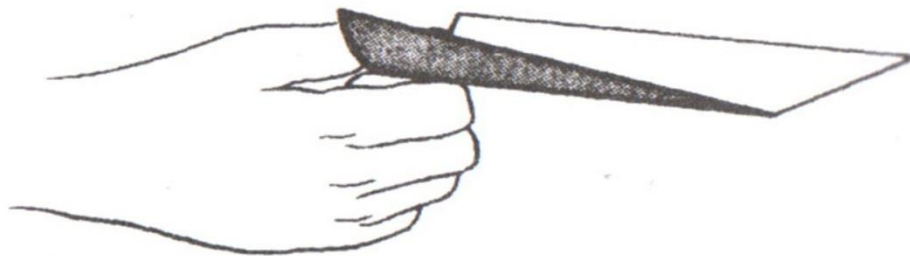
منبع :



رفتار سازه ای پوسته ها

حال اگر قسمت میانی همان کاغذ را کمی فشار دهیم بگونه ای که گوشه های آن اندکی رو به بالا خم شوند ، این فرم می تواند علاوه بر وزن خود مقداری بار اضافه را نیز تحمل نماید .

در واقع این افزایش ظرفیت تحمل بار توسط سازه ارتباطی با مقدار مصالح نداشته و فقط به استفاده از فرم مناسب و نوع مصالح مربوط می گردد .
انحراف رو به بالای گوشه ها باعث می گردد که مقداری از نیروی وزن مصالح ، دور از محور خنثی جسم قرار گرفته و مقاومت در برابر خم شدن یا مقاومت خمشی بطور قابل ملاحظه ای افزایش یابد .

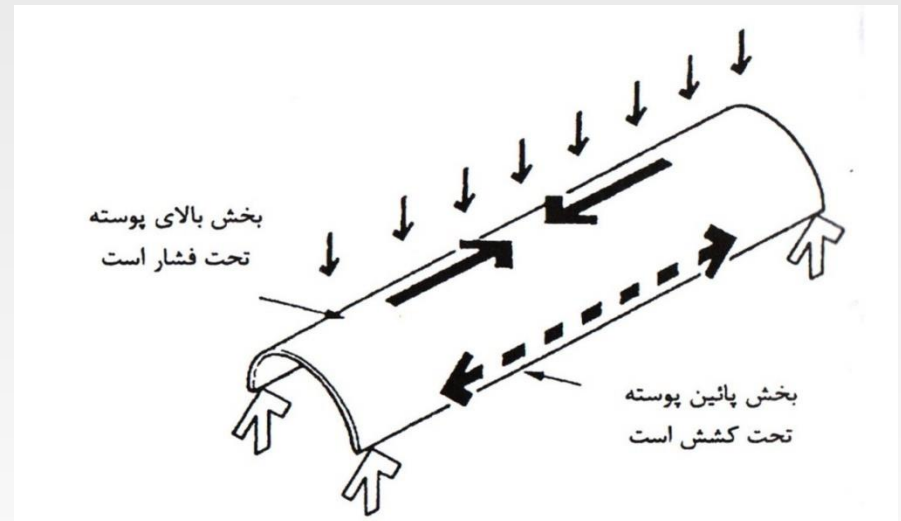
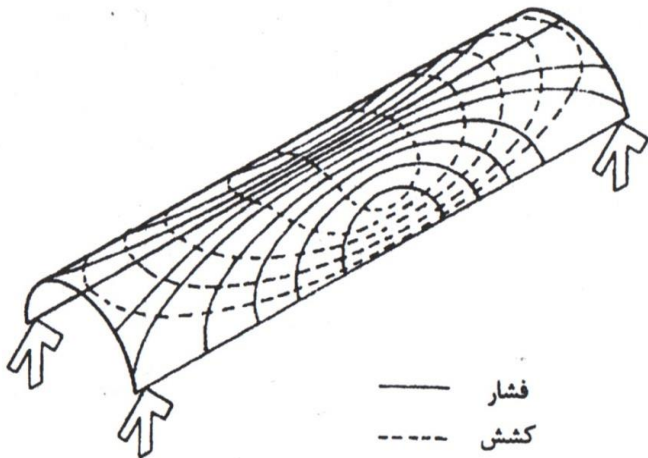


منبع :



رفتار سازه ای پوسته ها

بطور کلی سازه های پوسته ای در معرض نیروهای فشاری ، کششی و برشی قرار دارند که نیرو های فشاری در واقع همان نیرو های وارده به پوسته حاصل از بار مرده وزن پوسته که بصورت گسترده و یکنواخت بر سطح پوسته وارد می شود ، نیروهای کششی نیرو های عکس العمل تکیه گاه های سازه پوسته ای و نیرو های برشی نیز از تاثیر نیرو های باد ، نیرو های فشاری و نیرو های کششی وارد به سطح پوسته ایجاد شده و بر سازه تأثیر می گذارند .

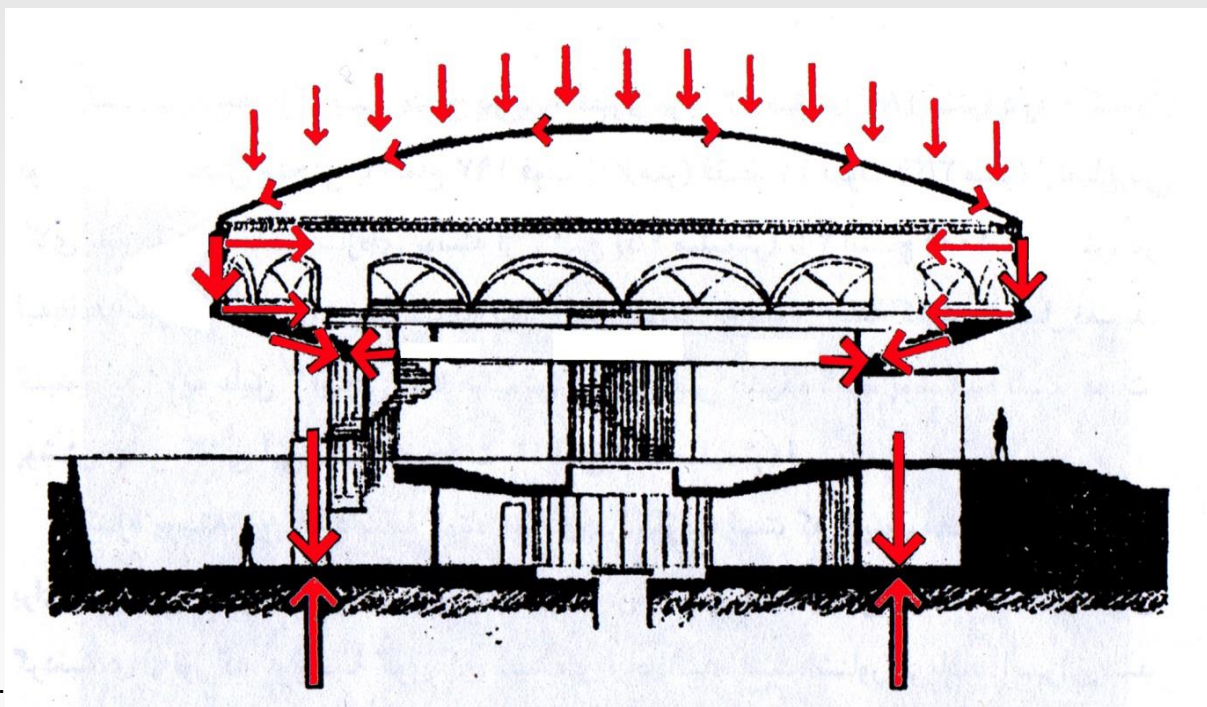


منبع :



رفتار سازه ای پوسته ها

بطور کلی در خصوص رفتار سازه ای پوسته ها می توان گفت که **سازه های پوسته ای** سازه هایی هستند که با استفاده از **فرم و جنس سخت خود** (مثل بتن مسلح) ، نیروهای **کششی** ، **فشاری و برشی** وارد بر خود را جذب کرده و به **تکیه گاه ها** منتقل می نمایند .



رفتار سازه ای پوسته ها

پوسته ها به طور معمول بارهای سنگین متمرکز را تحمل نمی کنند مگر آنکه به شکلی خاص در نقطه مورد تمرکز نیرو، مسلح شده باشند. همانطور که پوسته تخم پرندگان نمونه زیبایی از قانون استفاده از حداقل مصالح با حداکثر کارایی جهت حفاظت از جوجه درون آن می باشد بطوریکه اگر از مصالح بیشتر استفاده می گردید شکسته شدن آن توسط جوجه امکان پذیر نمی شد، سازه های پوسته ای مصنوع دست بشر نیز از این قانون پیروی نموده و با داشتن ضخامت کم تا حد زیادی در مقابل تنش های وارده به خود مقاوم می باشند به عنوان نمونه می توان به بناهای گنبدی شکل ایالت فلوریدای آمریکا اشاره نمود که در سال ۲۰۰۵ میلادی پس از برخورد مستقیم گردباد کاترینا توانستند بدون هیچگونه آسیبی پایدار بمانند.



رفتار سازه ای پوسته ها

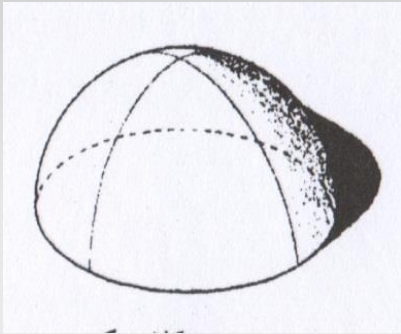
نمونه دیگر گنبد پوسته ای بتن مسلح متعلق به یکی از مساجد کشور عراق بود که در جنگ عراق مورد اصابت یک بمب ۲۳۰۰ کیلویی قرار گرفت و به جز سوراخی که در محل برخورد بمب با پوسته ایجاد گردید ، کل سازه پا بر جا ماند .



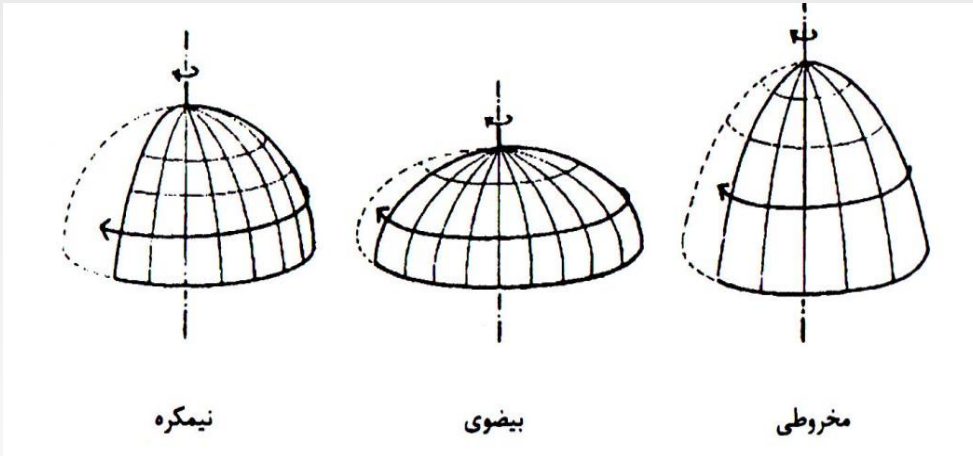
منبع :



انواع سازه های پوسته ای از نظر فرم



۱- سازه پوسته ای گنبدی (اشکال سین کلاستیک ها) :



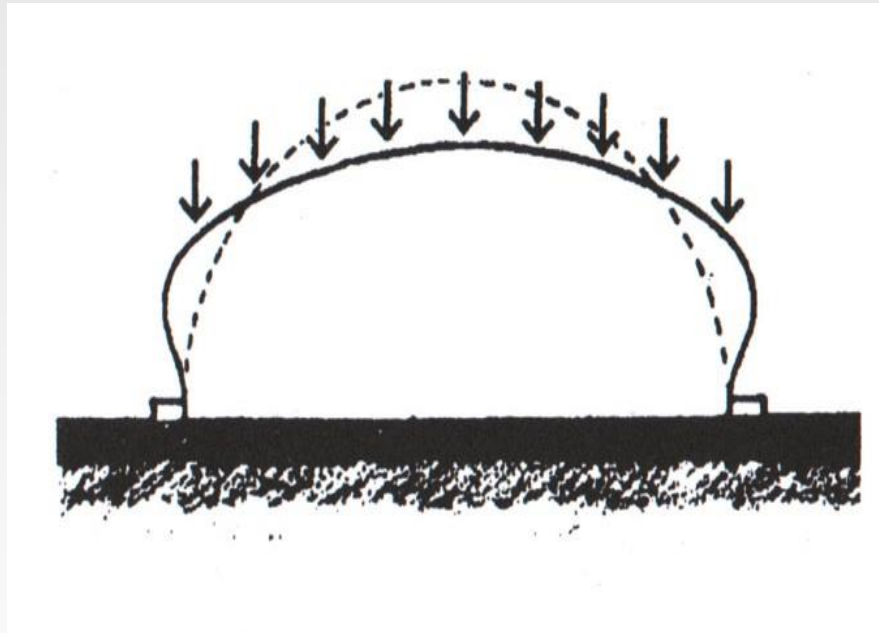
فرم های گنبدی حاصل دوران یک خط منحنی حول یک محور می باشند . گنبد یکی از طبیعی ترین فرم ها نسبت به بقیه می باشد. انواع فرم های گنبدی را می توان بصورت گنبد های نیمکره ای ، بیضوی و مخروطی تقسیم بندی نمود .

منبع :



رفتار سازه ای پوسته های گنبدی :

مطابق با نمونه گرافیکی ، چنانچه گنبد پوسته ای تحت تأثیر فشار واقع گردد بخش پایین گنبد تمایل به خمش رو به بالا پیدا می کند . جهت کنترل این خمش در گنبد های پوسته ای ضخامت پوسته و نحوه آرماتوربندی قسمت های پایینی گنبد با بخش های بالایی متفاوت می باشد .

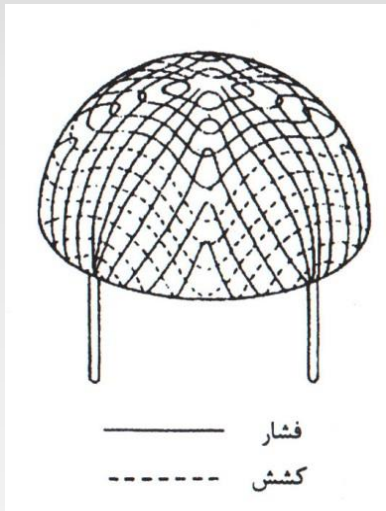


منبع :

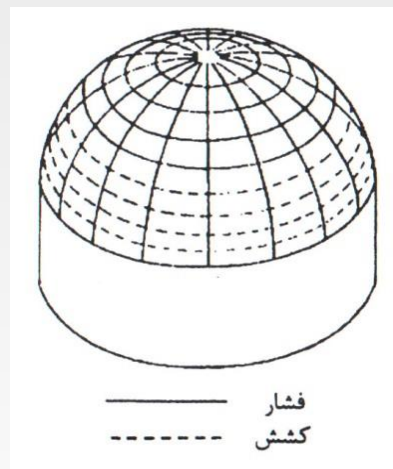


رفتار سازه ای پوسته های گنبدی :

نحوه قرارگیری گنبد پوسته ای روی **تکیه گاهش** در چگونگی **گسترش نیروهای فشاری و کششی** منتشر شده در سطح پوسته تأثیر گذار می باشد .



گسترده‌گی تنش های فشاری و کششی گنبد پوسته ای که روی چهار ستون قرار گرفته است :



گسترده‌گی تنش های فشاری و کششی گنبد پوسته ای که روی تکیه گاه ممتد حول پایه قرار گرفته است :

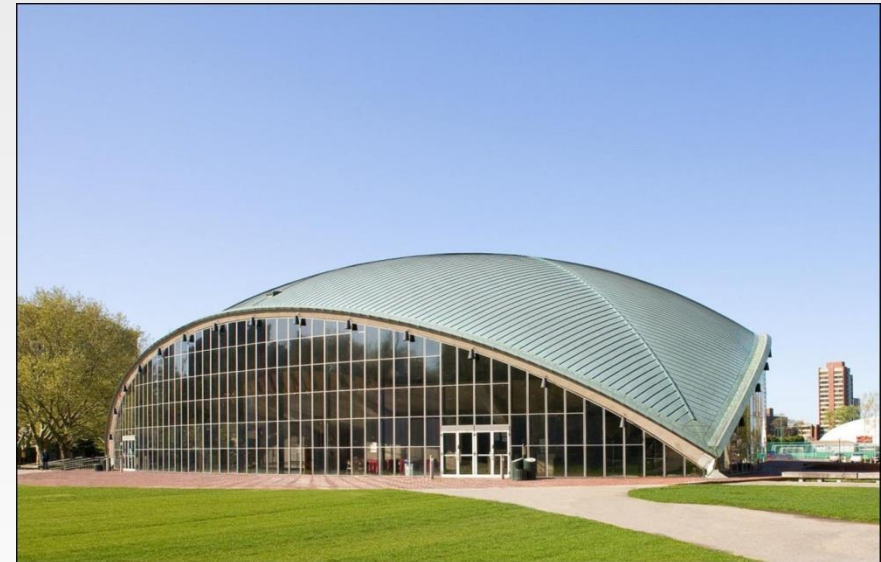
منبع :



نمونه هایی از پوسته های گنبدی اجرا شده :

سالن سخنرانی کرسگ- ایالت ماساچوست آمریکا - سال ۱۹۵۵ - معمار : سارنین و همکاران

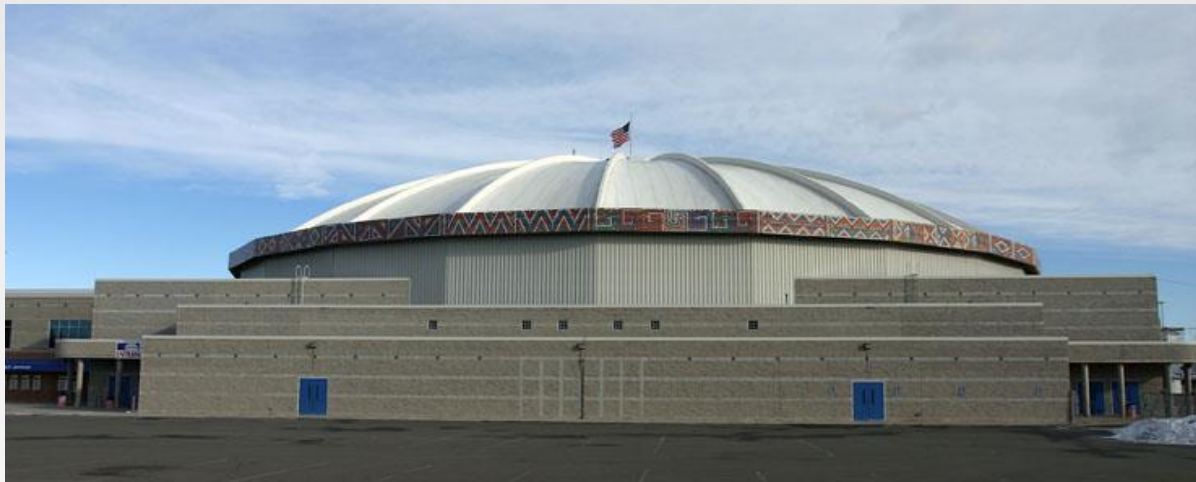
گنبد از نوع پوسته ای بتنی مسلح است که دارای حجم یک هشتم کره بوده و روی سه نقطه ثابت گردیده است . شعاع گنبد ۳۴ متر ، ضخامت پوسته بتنی مسلح ۹ سانتیمتر است که در نزدیک تکیه گاه ها بعلت تمرکز تنش ها در آن نقاط به حدود ۵۰ سانتیمتر می رسد ، یک لایه فایبرگلاس به ضخامت ۵ سانتیمتر بعنوان عایق حرارتی روی پوسته بتنی به کار رفته است که این ضخامت عایق با استانداردهای امروزی مطابقت ندارد .



نمونه هایی از پوسته های گنبدی اجرا شده :

استادیوم ورزشی ساندوم (گنبد خورشید) - واشنگتن ۱۹۹۰ - شرکت معماری لوف بارو

ارتفاع گنبد از ۱۲ متر در پایین شروع شده و به ۲۵ متر در بالا می رسد - ضخامت پوسته بتنی در پایین ۱۱ سانتیمتر و در بالا ۷,۵ می باشد .



منبع :



نمونه هایی از پوسته های گنبدی اجرا شده :

استودیوم ورزشی پالازتو دلو - روم ایتالیا - پیر لوئیجی و آنتونی نروی - ۱۹۵۹ برای المپیک ۱۹۶۰ ایتالیا

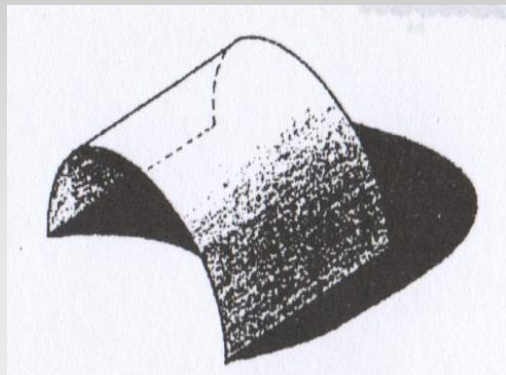
قطر گنبد ۶۰ متر و ارتفاع آن ۲۱ متر می باشد - شکل ستونها همچون انسانی است که یک پایش را جلو و پای دیگر خود را عقب گذاشته و دستانش را برای نگه داشتن سقف به جلو دراز کرده است - پوسته گنبد از بتن مسلح و قالببندی پوسته توسط ۱۶۲۰ تکه قالب بتنی پیش ساخته صورت گرفته و پس از اتمام بتن ریزی گنبد قالبها نیز سر جای خودشان محکم شده و ثابت گردیده اند . برای اجرای کامل گنبد فقط ۳۰ روز زمان صرف شده است .



منبع :



انواع سازه های پوسته ای از نظر فرم

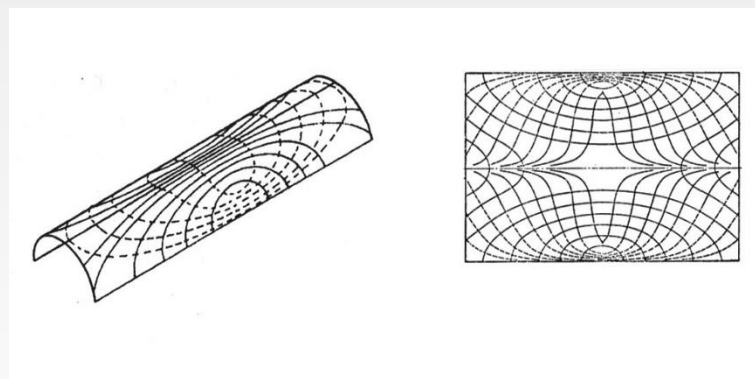
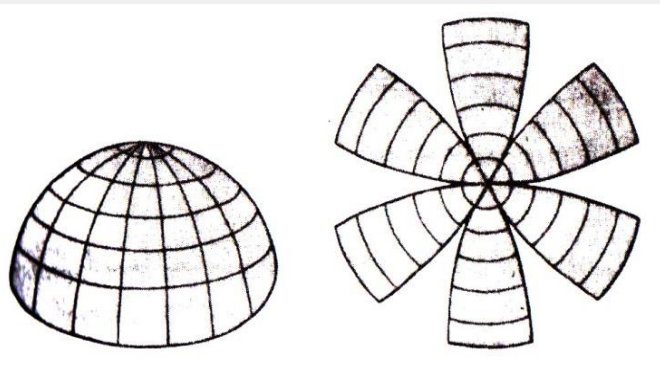


۲- سازه پوسته ای استوانه ای (اشکال قابل توسعه) :

به پوسته های استوانه ای ، پوسته های قابل توسعه نیز می گویند . در واقع منظور از قابل توسعه بودن یک حجم یعنی اینکه بتوان بدون ایجاد بریدگی کل سطح هندسی آن حجم را به شکل یک صفحه مستوی در آورد .

بعنوان مثال پوسته های گنبدی غیر قابل توسعه می باشند چون برای تبدیل آنها به شکل صفحه مستوی نیاز به ایجاد

برش می باشد.

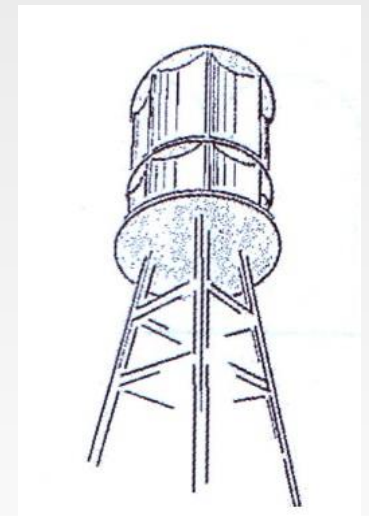
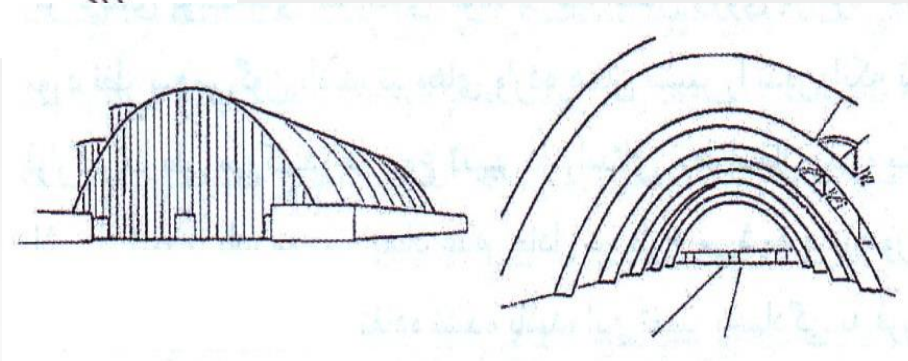
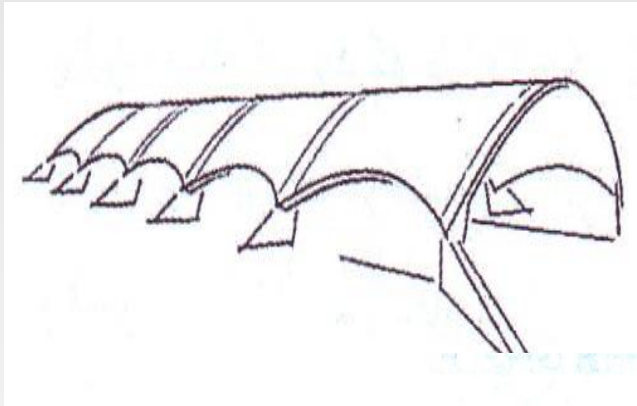


انواع سازه های پوسته ای از نظر فرم

۲- سازه پوسته ای استوانه ای (اشکال قابل توسعه) :

پوسته های استوانه ای معمولاً یا بصورت تکی بعنوان سازه پوسته ای بکار می روند و یا بصورت ترکیبی و جمعی که ترکیب استوانه ها هم یا بصورت بادبزی و یا بصورت متقاطع صورت می گیرد .

نمونه های از پوسته های استوانه ای تکی :



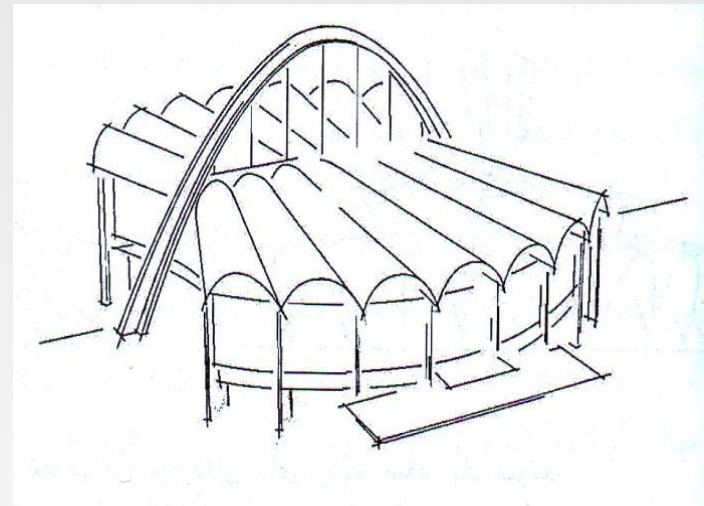
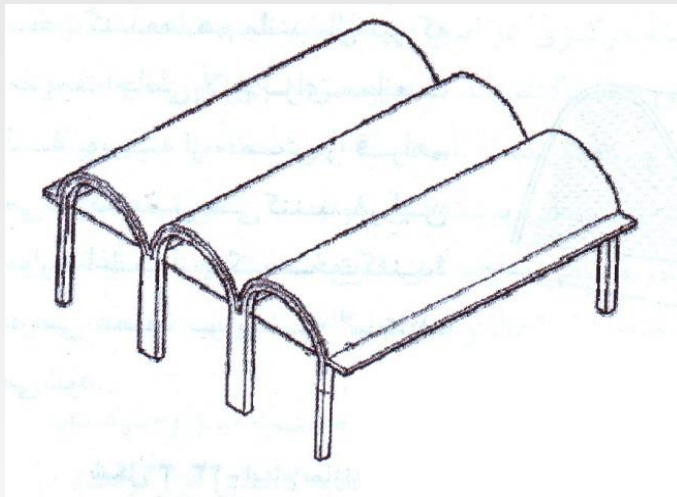
منبع :



انواع سازه های پوسته ای از نظر فرم

۲- سازه پوسته ای استوانه ای (اشکال قابل توسعه) :

نمونه هایی از پوسته های استوانه ای **ترکیبی باد بزنی** :



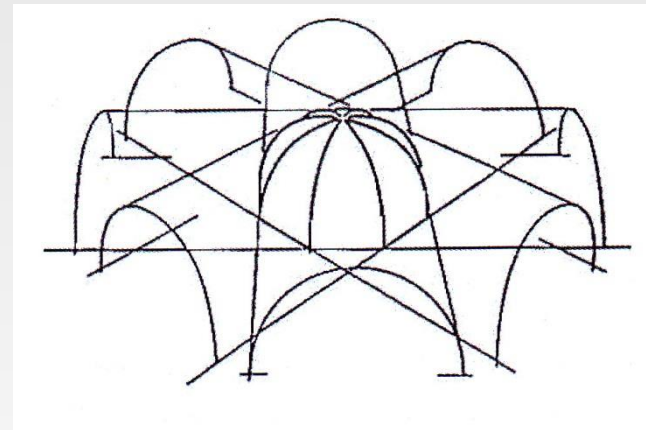
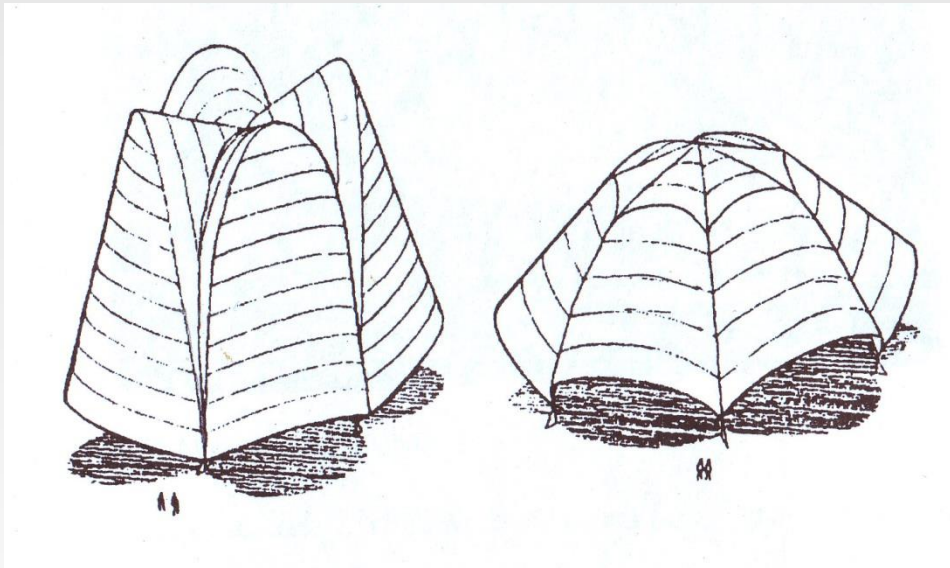
منبع :



انواع سازه های پوسته ای از نظر فرم

۲- سازه پوسته ای استوانه ای (اشکال قابل توسعه) :

نمونه هایی از پوسته های استوانه ای ترکیبی متقاطع:

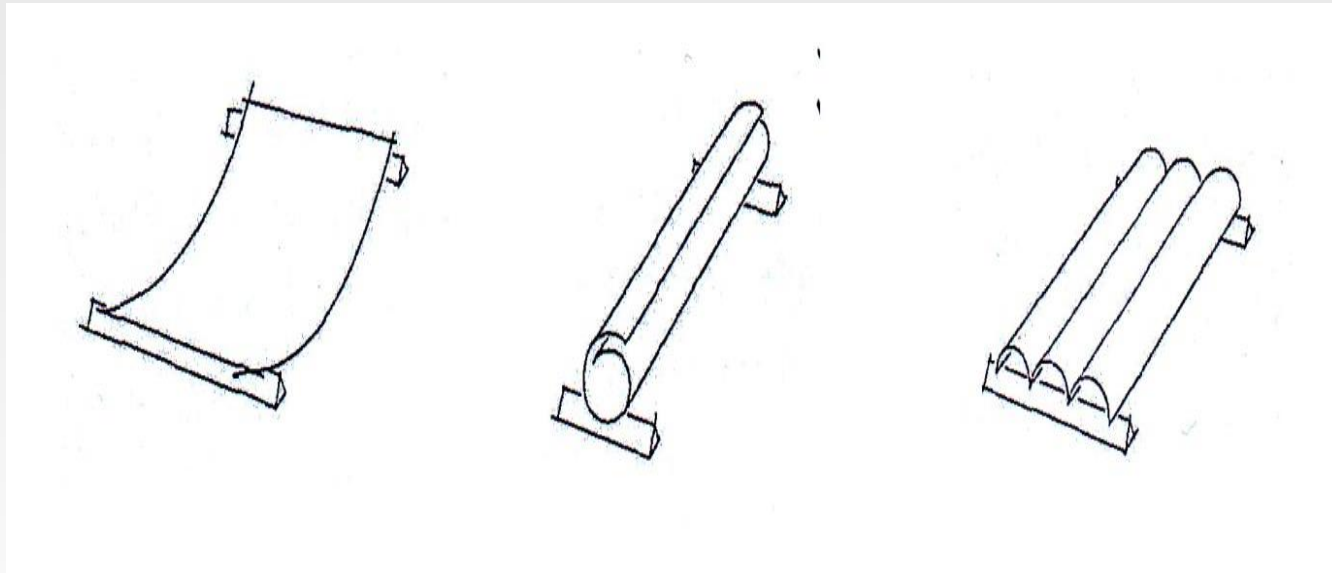


منبع :



رفتار سازه ای پوسته های استوانه ای :

برای درک رفتار سازه ای پوسته های استوانه ای یک **آزمایش ساده** پیشنهاد می شود . چنانچه ورق کاغذی را بین ۲ تکیه گاه قرار دهیم مشاهده می شود که کاغذ به طرف پایین خم شده و حتی توان تحمل وزن خود را هم ندارد . حال چنانچه کاغذ را **بصورت لوله یا بادبزنی** در آوریم و روی همان تکیه گاه ها قرار دهیم ، کاغذ بصورت پایدار ایستاده و وزن خود را تحمل می کند .



منبع :

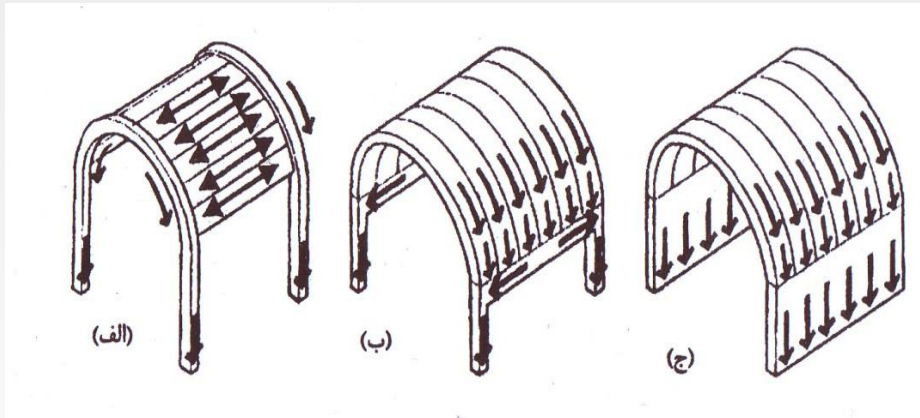


نحوه انتقال بار پوسته استوانه ای :

حالت الف : پوسته استوانه در سمت منحنی استوانه بوسیله ستونهای قوسی شکل محدود شده باشند- در این حالت بارها در جهت محور استوانه به ستونها منتقل شده و به طرف زمین دفع می گردند .

حالت ب : امتداد لبه های افقی استوانه روی تیر برابر قرار گرفته و دو سر تیر روی تکیه گاه باشد - در این حالت بارها در جهت منحنی استوانه به تیر منتقل شده و سپس در امتداد محور تیر به سمت تکیه گاهها هدایت شده و از طریق تکیه گاه ها به طرف زمین دفع می گردند

حالت ج : امتداد لبه های افقی استوانه روی تکیه گاه باشد - در این حالت بار پوسته در جهت منحنی استوانه به تکیه گاه منتقل و از طریق زمین دفع می گردند .



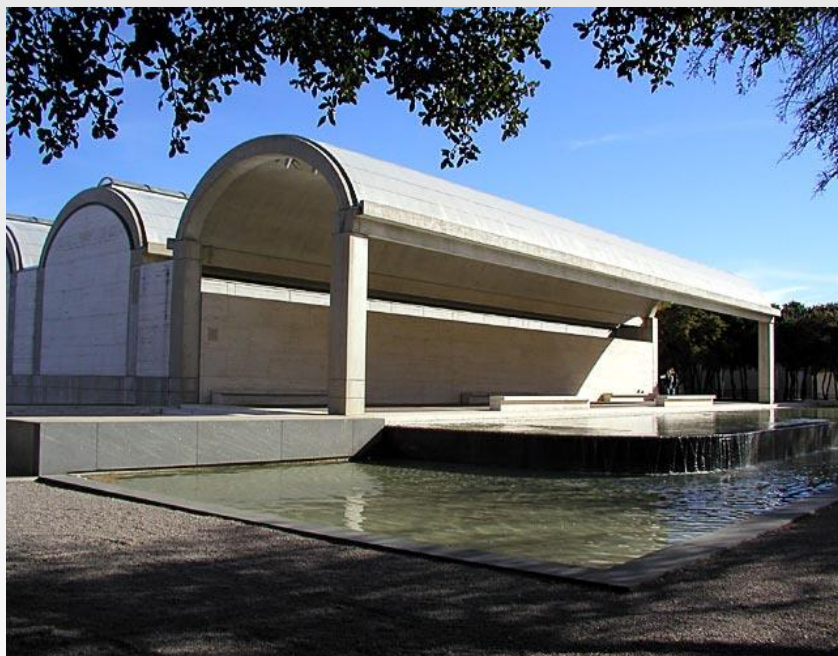
منبع :



نمونه هایی از پوسته های استوانه ای اجرا شده :

موزه جنگ داکسفورد - انگلستان ۱۹۹۷ - نورمن فاستر

بزرگترین موزه حمل و نقل هوایی انگلستان می باشد - در آن بالغ بر ۲۰۰ هواپیما به نمایش گذاشته شده است - ساختمان موزه متشکل از یک پوسته استوانه ای بتنی است که ۹۰ متر عرض ۱۰۰ متر طول و ۱۸,۵ متر ارتفاع دارد .



منبع :



نمونه هایی از پوسته های استوانه ای اجرا شده :

موزه جنگ داکسفورد - انگلستان ۱۹۹۷ - نورمن فاستر

بزرگترین موزه حمل و نقل هوایی انگلستان می باشد - در آن بالغ بر ۲۰۰ هواپیما به نمایش گذاشته شده است - ساختمان موزه متشکل از یک پوسته استوانه ای بتنی است که ۹۰ متر عرض ۱۰۰ متر طول و ۱۸,۵ متر ارتفاع دارد .

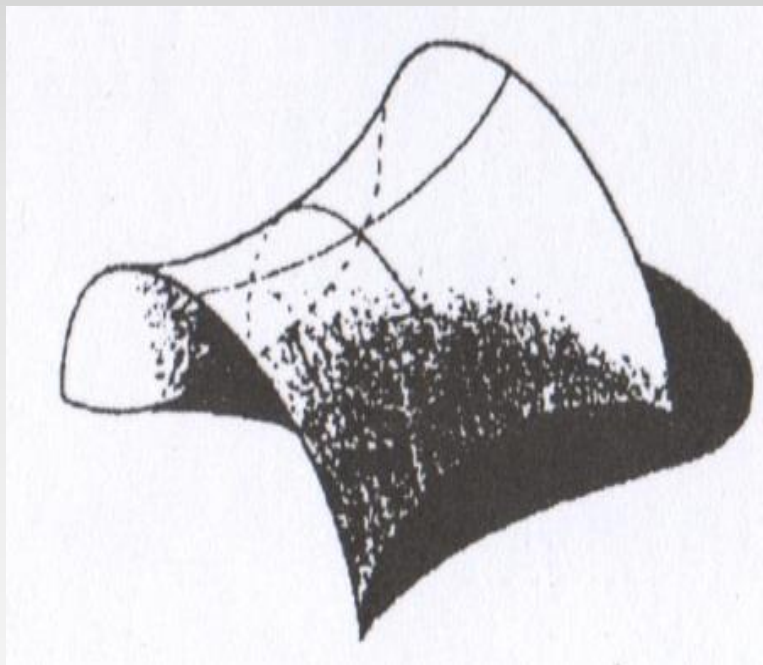


منبع :



انواع سازه های پوسته ای از نظر فرم

۳- سازه های پوسته ای زین اسبی (اشکال آنتی کلاستیک):



هر گاه یک سطح دارای انحناء ، به خط یا سهمی محدود و تمام شود ، فرم زین اسبی ایجاد می گردد .

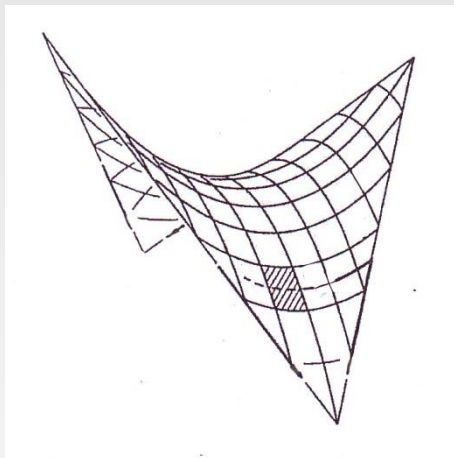
منبع :



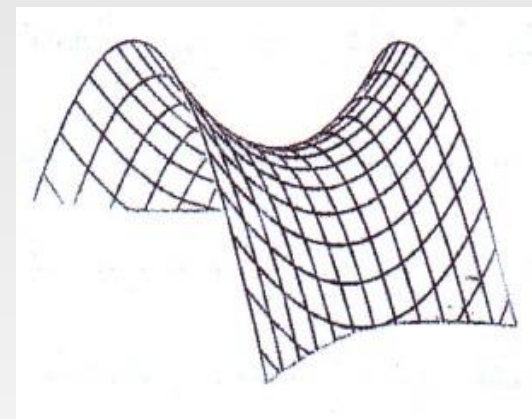
انواع سازه های پوسته ای از نظر فرم

چند نمونه از فرم های زین اسبی

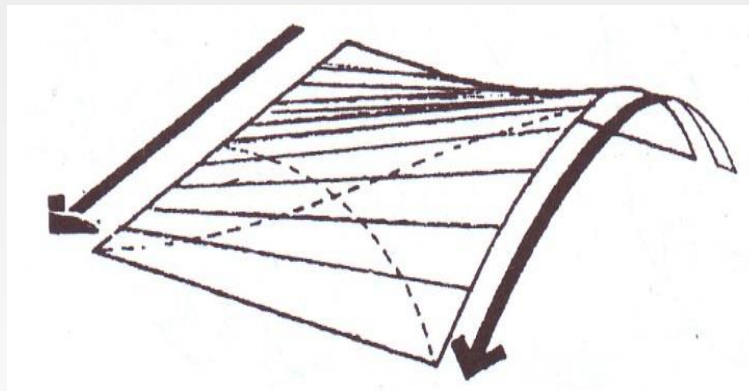
سطح دارای انحناء بین **چهار خط** محدود شده



سطح دارای انحناء بین **دو سهمی** محدود شده



سطح دارای انحناء بین **یک سهمی و یک خط** محدود شده

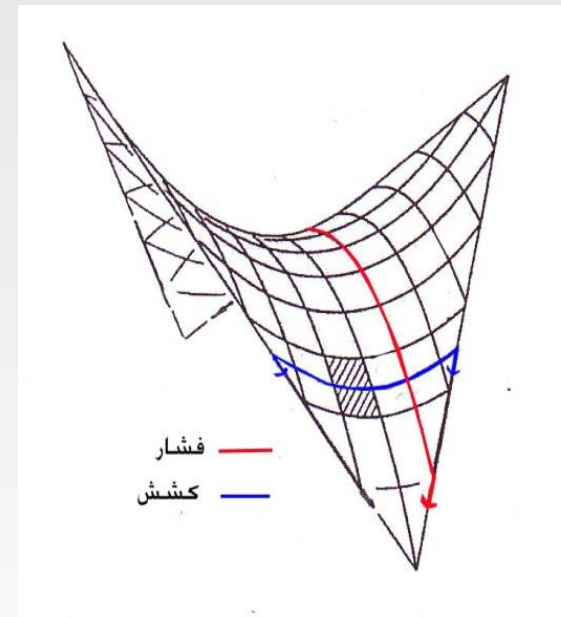
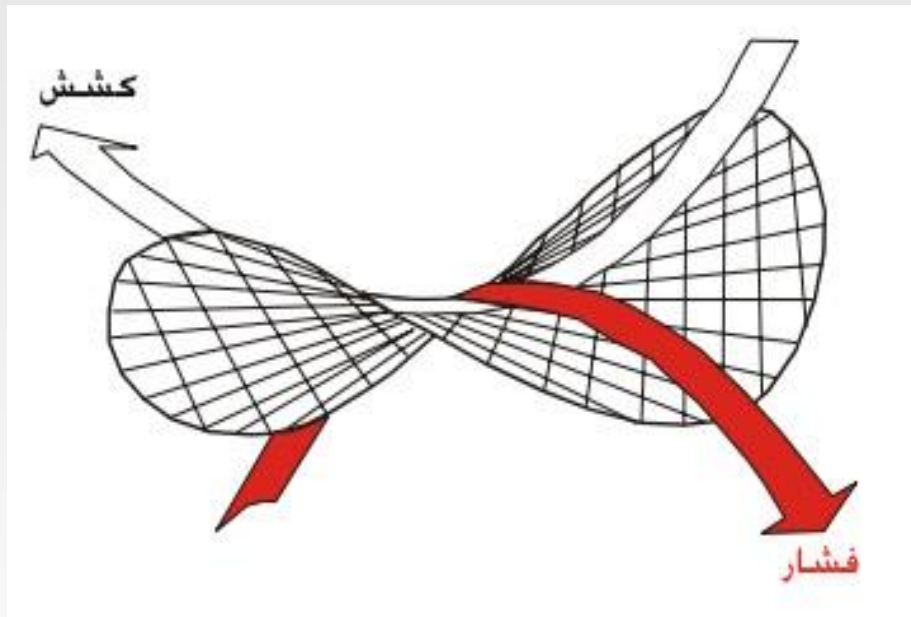


منبع :



رفتار سازه ای پوسته های زین اسبی :

- به طور معمول نیروها در پوسته های زین اسبی در جهت انحنا سطح پوسته منتشر می شوند .
- نیروهای فشاری در جهت انحنا محدب سطح پوسته منتشر شده و به سمت تکیه گاه ها منتقل می شوند .
- نیروهای کششی در جهت انحنا مقعر سطح پوسته منتشر شده و به سمت تکیه گاه ها منتقل می شوند .



منبع :

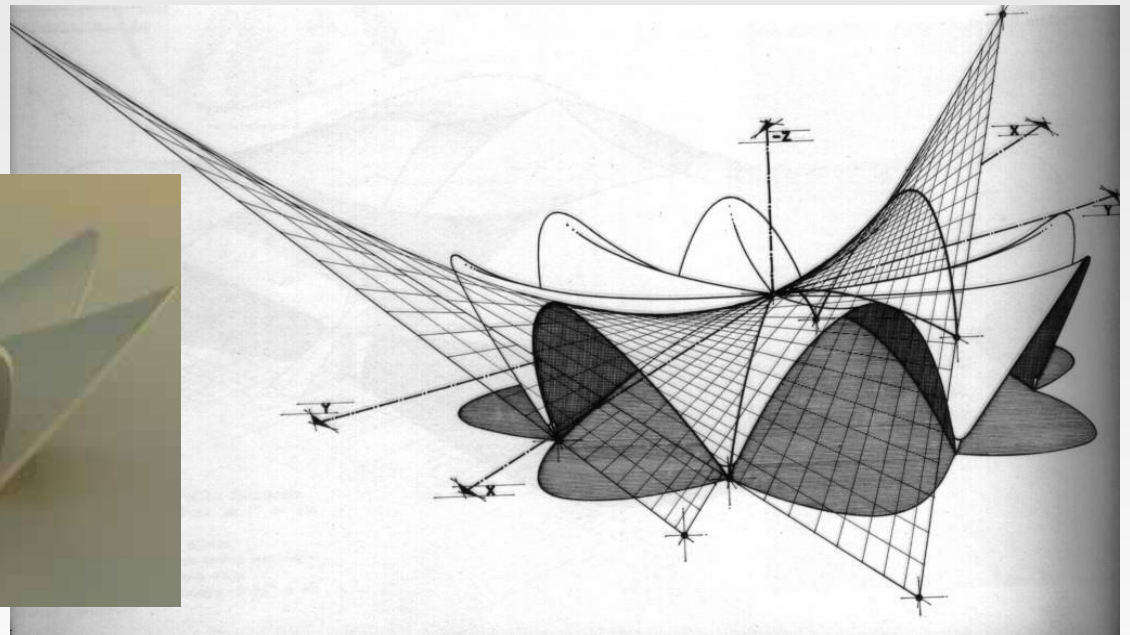
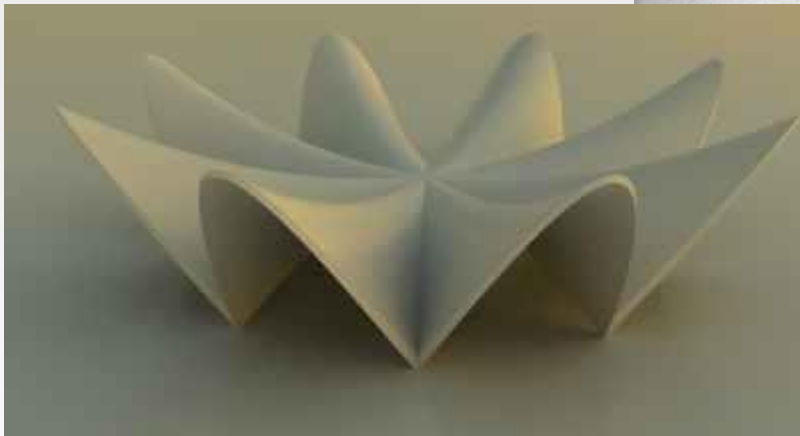


نمونه هایی از پوسته های زین اسبی:

رستوران لس مانانتیالس-۱۹۵۷مکزیکوسیتی مکزیک - مهندس معمار: جی اند اف اورناندز

- مهندس سازه: فلیکس کاندلا

این سازه پوسته ای از ۸ فرم زین اسبی تشکیل شده که پشت به پشت و کنار هم روی یک پلان دایره به قطر ۴۳ متر قرار گرفته اند و تداعی کننده گلبرگ های یک گل می باشند.



منبع:



نمونه هایی از پوسته های زین اسبی:

جنس پوسته بتن مسلح به ضخامت ۵ سانتیمتر و پوسته فاقد تیرهای تقویتی در لبه هاست و از این رو فوق العاده سبک و زیباست. در این سازه پوسته ای نیروهای فشاری به تبعیت از انحناء محدب پوسته در خط القعرها جمع شده و به تکیه گاه ها منتقل می گردند.



منبع :



نمونه هایی از پوسته های زین اسبی:

نمایشگاه و رصد خانه مک دانل - ۱۹۶۳ آمریکا - معمار: هلموت

در این ساختمان از یک پوسته بتنی مسلح فرم زین اسبی بسته (شبه هذلولی) به ضخامت ۷.۵ سانتیمتر استفاده شده است - قطر دایره پایینی ۴۹ متر و دایره بالایی ۱۸ متر می باشد . نمایشگاه و قسمت اداری در پلان دایره پایین و رصد خانه و تجهیزات مربوط به رصد افلاک در سمت دایره بالایی قرار دارد .

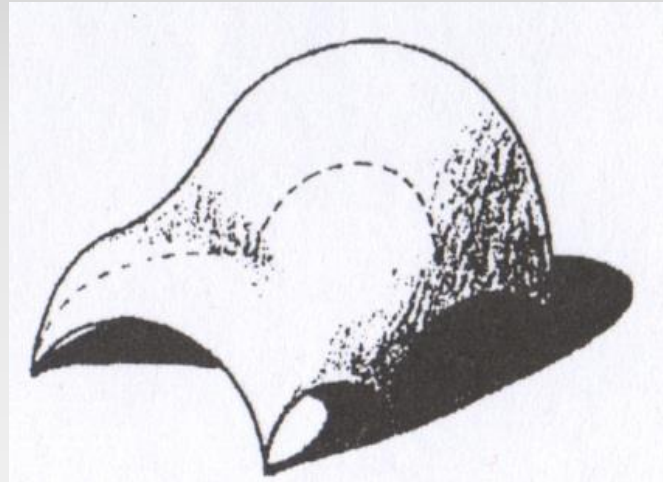


منبع :



انواع سازه های پوسته ای از نظر فرم

۴- سازه پوسته ای نا منظم یا دارای فرم آزاد :



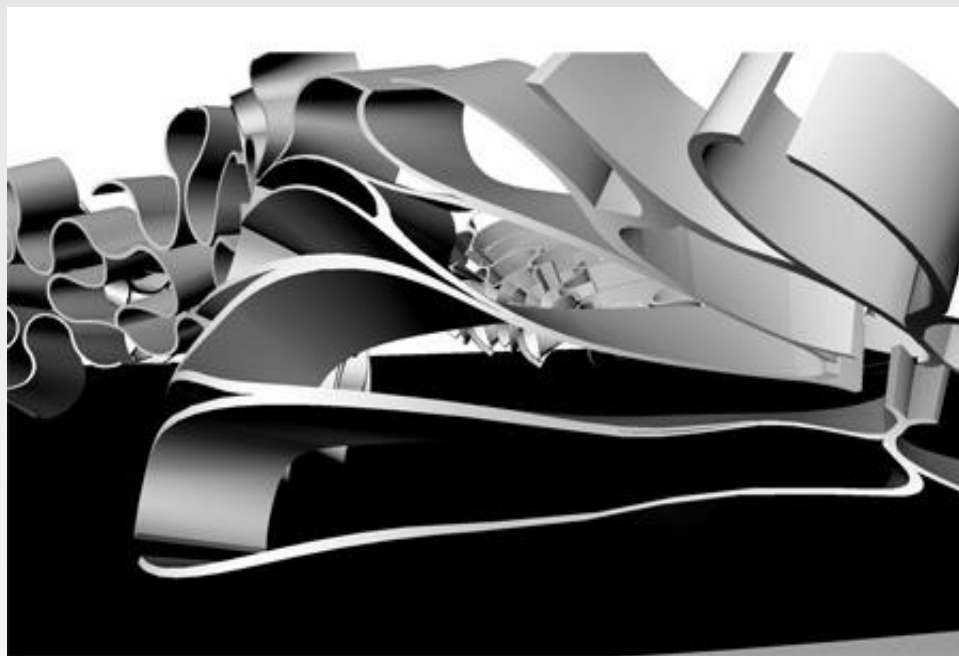
طبیعت ذاتی پوسته ها به گونه ایست که طراح را محدود به فرم های خاص هندسی (گنبد ، استوانه و ...) نمی کند و امکان ایجاد فرم های آزادتری را فراهم می نماید . بنابراین هرگاه فرم پوسته ای از اجبار هندسی رها شود پوسته های نا منظم یا دارای فرم آزاد خلق می گردند .

منبع :



انواع سازه های پوسته ای از نظر فرم

۴- سازه پوسته ای نا منظم یا دارای فرم آزاد :



نمونه هایی از رها شدن ذهن طراح از اجبار هندسی :



منبع :



انواع سازه های پوسته ای از نظر فرم

البته فرم آزاد به معنی رهایی از قوانین هندسی نیست چون اصول هندسی در تمامی فرمها حتی آزاد ترین فرم ها نیز دیده می شود .

سازه های پوسته ای دارای فرم آزاد در واقع ترکیبی از فرم های خاص مثل کره ، استوانه ، مخروط ، هذلولی و ... می باشد که رفتار سازه ای این ترکیب به صورت مجموعه ای از رفتارهای سازه ای فرمهای مورد استفاده بوده که در نهایت منجر به پایداری کل فرم می گردد .

در اکثر موارد سازه های پوسته ای فرم آزاد ، دارای فرمی تندیس گونه و انتزاعی می باشند.

منبع :



نمونه هایی از سازه های پوسته های نا منظم (فرم آزاد) اجرا شده :

سالن فرودگاه TWA - ۱۹۶۲ نیویورک آمریکا - مهندس معمار: سارینن

فرم سازه این بنا از عقاب در حال نشستن انتزاع شده . در این بنا از سیستم سازه ای پوسته بتنی با فرم آزاد استفاده شده . سازه تشکیل شده از ترکیب ۴ پوسته بتنی که روی ۴ ستون ۷ شکل قرار گرفته اند . ضخامت پوسته از ۲۲ سانتیمتر در نزدیک تیرهای کناری تا ۱ متر در نزدیک اتصال به ستون ها متغیر است .



منبع :



نمونه هایی از سازه های پوسته های نا منظم (فرم آزاد) اجرا شده :



منبع :



نمونه هایی از سازه های پوسته های نا منظم (فرم آزاد) اجرا شده :

سالن اپرای سیدنی - ۱۹۷۳ سیدنی استرالیا - معمار : اوتزن

فرم سازه سقف این بنا از صدف های باز شده بندر سیدنی انتزاع شده . در این بنا از سیستم سازه ای پوسته بتنی با فرم آزاد استفاده شده . سازه تشکیل شده از ترکیب قطاع های بریده شده از کره که ارتفاع بلندترین آنها ۶۰ متر می باشد .



منبع :



نمونه هایی از سازه های پوسته های نا منظم (فرم آزاد) اجرا شده :

سالن کنسرت تریف- ۲۰۰۳ جزایر قناری اسپانیا - معمار : کالاتراوا

سیستم سازه ای پوسته بتنی با فرم آزاد مهمترین ویژگی این بنا می باشد . فرم از امواج اقیانوس اطلس انتزاع شده . ضخامت پوسته از ۳۰ تا ۵۰ سانتیمتر متغیر می باشد . در کل ۲۰۰۰ تن بتن برای ساخت این سازه پوسته ای استفاده شده .



منبع :



نمونه هایی از سازه های پوسته های نا منظم (فرم آزاد) اجرا شده :

سر در دانشگاه تهران - ۱۳۴۸ هجری شمسی - ایران تهران - معمار : کورش فرزنامی

نمونه ای برجسته از ساختمانهای پوسته ای و بهره گیری از فرم آزاد و سر در بزرگترین و مهم ترین دانشگاه کشور می باشد . تداعی کننده مفهوم آموزش عالی است . از نظر نماد شناسی در خصوص این اثر ۲ دیدگاه وجود دارد . دیدگاه اول فرم را انتزاع شده از کتابی باز و دیدگاه دوم انتزاع شده از دو بال پرنده در هنگام بلند شدن و پرواز کردن (پرواز و صعود به مدارج بالا تر) می داند . جنس پوسته بتن مسلح به ضخامت متغیر ۱۰ سانتیمتر در بالا و ۳۰ سانتیمتر در پایین و نزدیک تکیه گاهها می باشد .



منبع :



نحوه اجرای سازه های پوسته ای :

سازه های پوسته ای بر اساس میزان انحناء و فرم خود و همچنین میزان بار وارده بر آنها به ۲ روش قابل اجرا هستند البته مواردی همچون خوش تراش بودن و سیمای ظاهری سازه و همچنین مسائل اقتصادی و مدیریت هزینه ها نیز در انتخاب روش اجرای سازه های پوسته ای تأثیر گذار می باشند .

روش اول : اجرا بدون قالب بندی

روش دوم : اجرا توسط قالب بندی

روش اجرایی سازه های پوسته ای بدون قالب بندی :

این روش در مواردی که فرم پوسته دارای انحنای یکنواخت بوده و ارتفاع سازه کم می باشد و همچنین سطح تمام شده بتنی سازه از لحاظ میزان یکنواختی اهمیت نداشته و با مصالح پوششی در مراحل بعدی پنهان می گردد ، کاربرد دارد .

در این روش ابتدا شبکه میلگردها مطابق با فرم سازه استوار و محکم می گردد سپس یا بوسیله پمپ های پاششی و یا بوسیله دست و ماله کشی بتن به درون شبکه تزریق می گردد . در نهایت با استفاده از مصالح پوششی مناسب سطح پوسته پوشانده می گردد .

منبع :



نحوه اجرای سازه های پوسته ای :

اتمام اجرای شبکه میلگردها



بستن شبکه میلگردها



اتمام مرحله بتن پاشی



مرحله پاشیدن بتن



نحوه اجرای سازه های پوسته ای :



نحوه اجرای سازه های پوسته ای :

روش اجرایی سازه های پوسته ای توسط قالب بندی :

این روش برای سازه هایی که دارای انحناء مضاعف و مرتفع می باشند و همچنین بار وارده و تنش های سطح سازه زیاد می باشد کاربرد دارد . مهمترین ، سخت ترین و پر هزینه ترین مرحله در این روش همان مرحله قالب بندی می باشد .

در این روش ابتدا توسط قالب های چوبی ، پلاستیکی ، ورق آهنی قابل انحناء ، بادی و خاکی سطحی مشابه سطح پوسته ایجاد می نمایند سپس شبکه آرماتورها روی سطح مذکور بسته شده و در نهایت مرحله بتن ریزی صورت می گیرد .

مهمترین نکته در این روش نفوذ بتن به داخل شبکه میلگرد می باشد که با استفاده از آب یا افزودنیهای روان کننده بتن میزان درصد روانی بتن را زیاد کرده و در نهایت پس از اتمام بتن ریزی از طریق دریچه های تعبیه شده درون قالب ها آب اضافی را خارج می نمایند .

همچنین با توجه به ضخامت کم پوسته های بتنی و فشردگی شبکه میلگردها امکان استفاده از ویبراتور برای یکنواخت نمودن بتن میسر نمی باشد که جهت حل این مشکل توسط چکشهای لرزاننده با وارد آوردن ضرباتی به سطح قالبها عمل یکنواختی پخش بتن در درون قالبها را انجام می دهند .

منبع :



نحوه اجرای سازه های پوسته ای :



منبع :



نحوه اجرای سازه های پوسته ای :

نحوه قالب بندی عبادتگاه لوماس



منبع :



نحوه اجرای سازه های پوسته ای :

قالب بندی با استفاده از سطوح پلاستیکی



منبع :



نحوه اجرای سازه های پوسته ای :

قالب بندی با استفاده از ورقهای آهنی قابل انعطاف



منبع :



نحوه اجرای سازه های پوسته ای :

نمونه ای از قالب های بادی



منبع :



محاسن سازه های پوسته ای :

پوشاندن سطوح وسیع با حداقل تکیه گاهها و ستونها
عدم محدودیت طراح در طراحی فرم های منحنی ، پیچیده و منحصر به فرد
ضخامت کم و سبکی سازه
صرف زمان کم در مرحله بتن ریزی کل پوسته (بعد از قالب بندی)
مقاومت خوب در برابر بارهای گسترده یکنواخت بدلیل شکل منحنی
استفاده از سطح بتن تمام شده بعنوان نمای داخل یا خارج و صرفه جویی در استفاده از مصالح
هزینه تعمیر و نگهداری کم

منبع :



معایب سازه های پوسته ای :

دشواری و سختی مرحله قالب بندی و ایجاد سطح مشابه پوسته
هزینه زیاد مرحله قالب بندی
صرف زمان زیاد برای مرحله قالب بندی
مقاومت کم در برابر بارهای متمرکز و خمش های ناحیه ای

منبع :



کتاب پوسته ها و سازه های ورق تا شده برای معماران و مهندسان
عمران - دکتر محمود گلابچی

کتاب درک رفتار سازه ها - فولر مور - ترجمه دکتر محمود گلابچی

سازه در معماری - ماریو سالوادوری - ترجمه دکتر محمود گلابچی

ساختمان های پوسته ای - دکتر مهدی فرشاد

