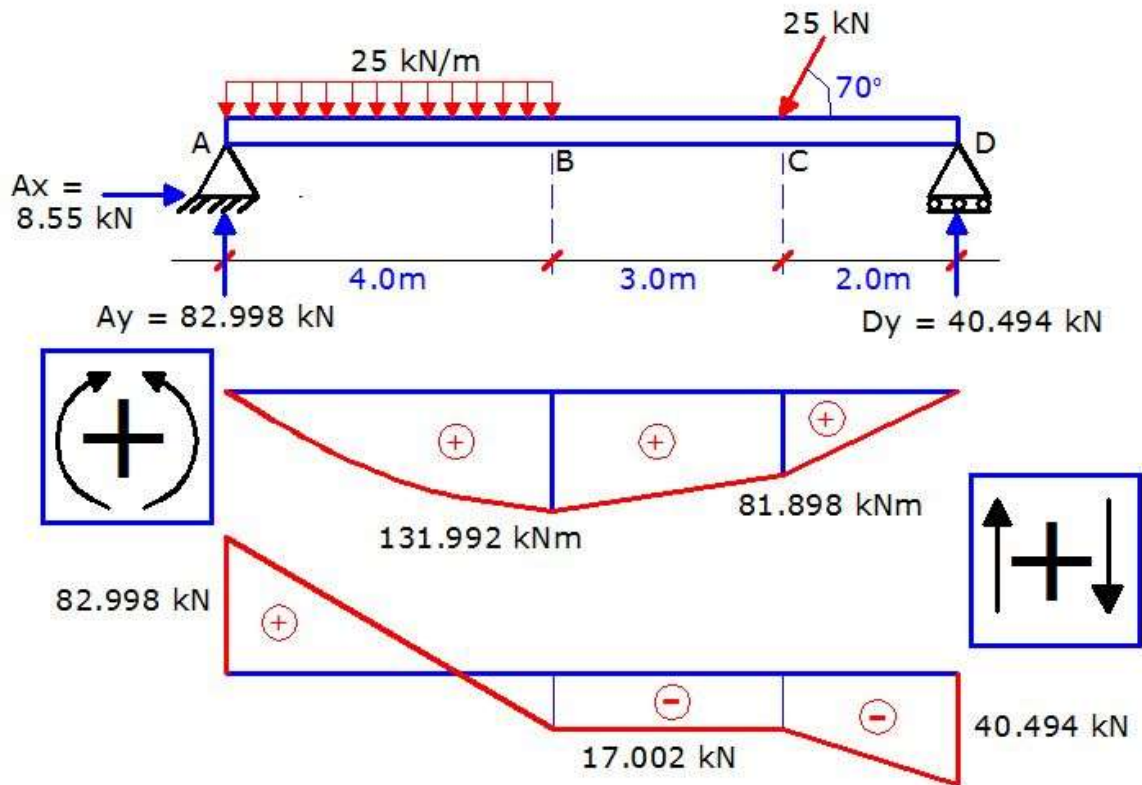


علائم قراردادی در تحلیل سازه



مقدمه

علائم قراردادی همواره یک نقطه توقف برای همه دانشجویان مهندسی عمران بوده است که برای اولین بار با آنالیز یک سازه مواجه می‌شوند. واقعیت این است که اگر آن را به درستی درک نکنید، نمی‌توانید مهارت لازم برای انجام محاسبات آنالیز سازه‌ها را کسب کنید.

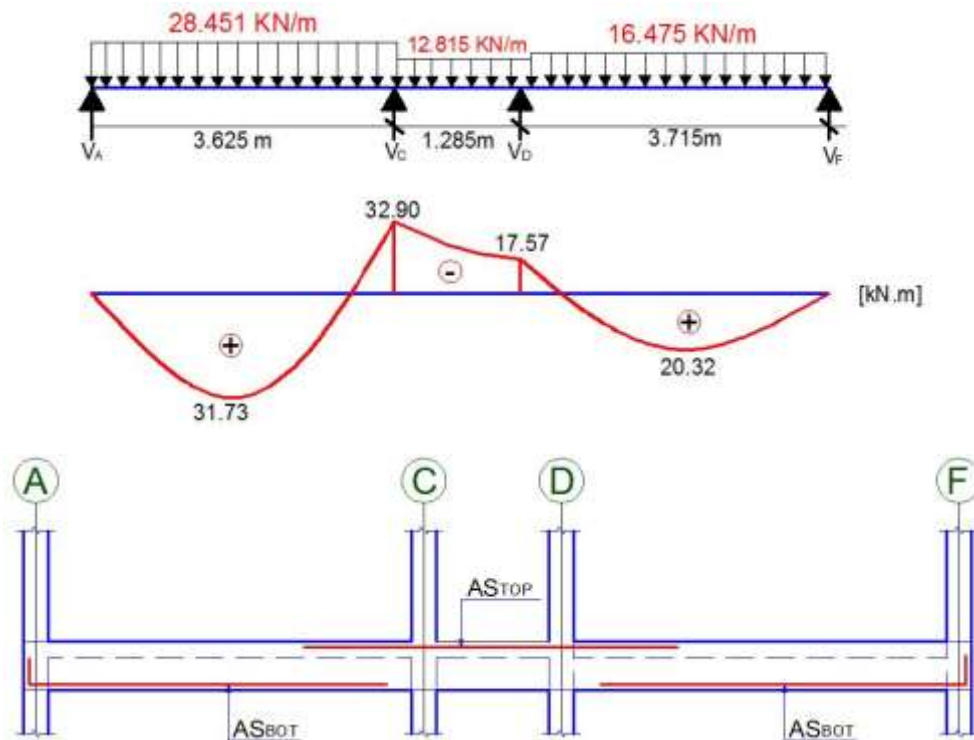
سه نیروی داخلی مهم که برای تحلیل سازه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، عبارت‌اند از گشتاور خمشی، نیروی برشی و نیروی محوری. پیش از انجام هرگونه تجزیه و تحلیل سازه معمولاً علائم قراردادی تعیین می‌شوند. این کار به دلیل متفاوت بودن انتخاب مختصات مثبت و منفی است.

به‌عنوان مثال، در اکثر کتاب‌های هندی و آمریکایی، سیستم مختصات کارتزین استفاده می‌شود و تمام گشتاورهای خمشی مثبت را به سمت بالا و گشتاورهای منفی را به سمت پایین در نظر می‌گیرند؛ این در حالی است که در بیشتر کتاب‌های انگلیسی و اسکانداویژی، گشتاور مثبت به سمت پایین و گشتاور منفی به سمت بالا در نظر گرفته می‌شود.

با این حال، آیا رویکرد استاندارد وجود دارد؟

من ترجیح می‌دهم که به این سؤال پاسخ مثبت بدهم، زیرا بهتر است نمودارهای گشتاور خمشی در ناحیه تحت تنش عضو ترسیم شوند. این امر به‌ویژه برای سازه‌های بتن مسلح که در آن‌ها نیاز به آرماتورهای کششی وجود دارد، بسیار مهم است.

مثال زیر را ببینید؛



از تصویر بالا، شما می‌توانید سازگاری نمودار لنگر خمشی را با آرایش آرماتورهای تقویتی معمول مشاهده کنید. دلیل این است که نمودارهای لنگر خمشی در ناحیه تنش ترسیم شده‌اند و البته این بدان معنی است که لنگر مثبت به سمت پایین است. با این حال، اگر بر سیستم مختصات دکارتی تأکید شود، می‌توانیم محل تقویت‌کننده‌ها را با نمودار لنگر خمشی به‌طور برعکس جابه‌جا کنیم.

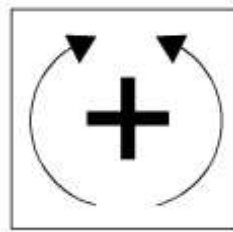
چنین چیزی به‌طور مشابه برای قاب‌ها نیز کاربرد دارد. نمودار لنگر خمشی را در منطقه کششی اعضای قاب ترسیم کنید. به این صورت وقتی که به سازه و بارگذاری آن نگاه می‌کنیم، به‌سادگی می‌توانیم نمودار لنگر را ترسیم کنیم. من واقعاً برای اینکه بگویم لنگر مثبت است یا منفی نیازی به انجام محاسبات ندارم.

با این وجود، اگر می‌خواهید نتایجی که به دست می‌آورید با هم سازگار باشند، روند استاندارد وجود دارد که باید در محاسبات خود آن را دنبال کنید. منظور من از سازگاری این است: مثبت به معنی لنگر رو به پایین و منفی به معنی لنگر رو به بالا است. با استفاده از این تعریف، شما می‌توانید نمودار خود را به‌طور مستقیم به‌محض اینکه محاسبات تمام شد، بدون نیاز به تغییر علائم ترسیم کنید.

خلاصه روند توضیح داده شده در بالا، در زیر آمده است:

تیرها

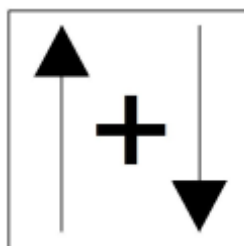
(الف) لنگر خمشی



هنگامی که از سمت چپ سازه تحلیل را آغاز می‌کنید، همه لنگرهای ساعت‌گرد، مثبت و همه لنگرهای پادساعت‌گرد، منفی هستند.

هنگامی که از سمت چپ سازه تحلیل را آغاز می‌کنید، همه لنگرهای پادساعت‌گرد، مثبت و همه لنگرهای ساعت‌گرد، منفی هستند.

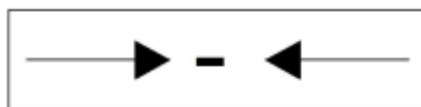
(ب) نیروی برشی



هنگامی که از سمت چپ سازه تحلیل را آغاز می‌کنید، نیروهای رو به بالا مثبت و نیروهای رو به پایین منفی هستند. هنگامی که از سمت راست سازه تحلیل را آغاز می‌کنید، نیروهای رو به پایین مثبت و نیروهای رو به بالا منفی هستند.

(ج) نیروی محوری

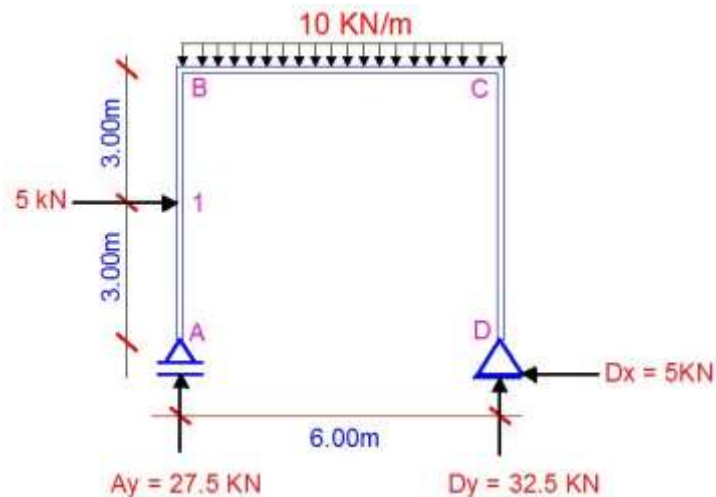
نیروهای محوری فشاری، منفی و نیروهای محوری کششی، مثبت هستند.



همه‌ی کاری که باید انجام دهید این است که فقط به جهت نیروها نگاه کنید. وقتی که بررسی را از سمت چپ تیر انجام دهید، نیروهای محوری که به سمت راست اشاره می‌کنند نشان‌دهنده تحت فشار بودن مقطع خواهند بود. همچنین نیروهایی که به سمت چپ اشاره می‌کنند، نشان‌دهنده تحت کشش بودن مقطع خواهند بود. در مورد حرکت به سمت چپ همه موارد فوق برعکس است.

قابها

ما قصد داریم از قاب نشان داده شده در زیر برای مثال استفاده کنیم.

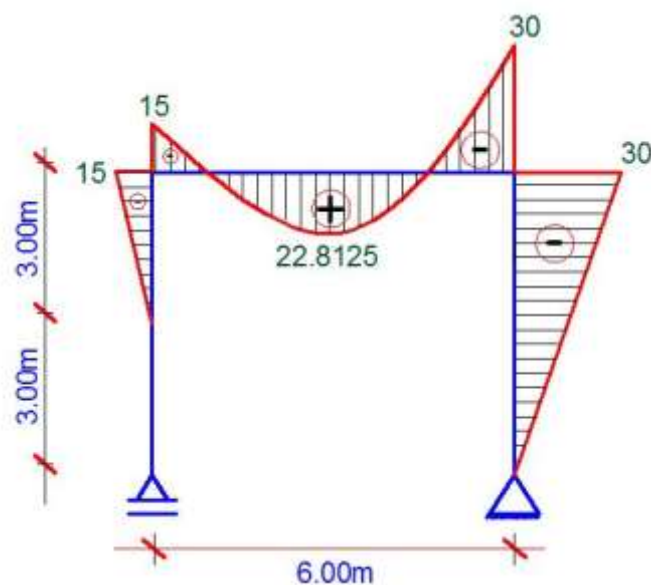


(الف) لنگر خمشی

وقتی که از سمت چپ به قاب نزدیک می‌شویم، تمام لنگرهای ساعت‌گرد، مثبت و تمام لنگرهای پادساعت‌گرد، منفی در نظر گرفته می‌شوند. همه کاری که باید انجام دهید این است که به نقطه‌ای که از آن لنگر خمش حاصل می‌شود توجه کنید و ماهیت چرخش و نیرویی را که تولید خواهد شد، مشاهده کنید. این برای نیروهای عمودی و افقی صدق می‌کند.

وقتی که از سمت راست به قاب نزدیک می‌شوید، تمام لنگرهای پادساعت‌گرد، مثبت هستند.

برای قاب‌ها، ما لنگرهای مثبت را در داخل قاب و لنگرهای منفی را در خارج از قاب ترسیم می‌کنیم. به مثال زیر توجه کنید.

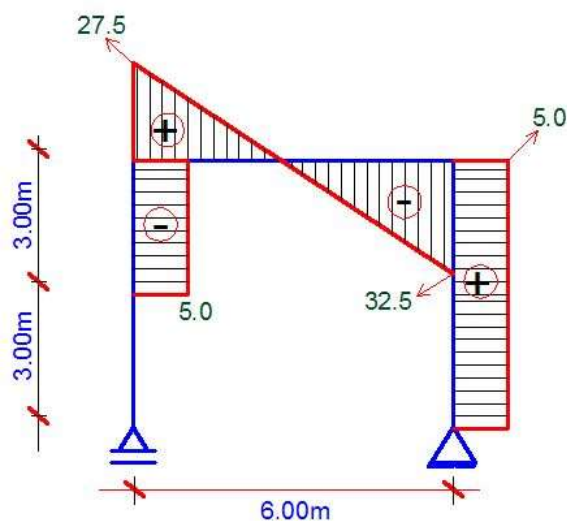


(ب) نیروی برشی

وقتی که از سمت چپ به قاب نگاه می‌کنید، نیروهای رو به بالا مثبت و نیروهای رو به پایین منفی خواهند بود. برای نیروهای افقی روی ستون‌ها، نیروهایی که به سمت راست اشاره می‌کنند، نیروهای برشی منفی را تولید خواهند کرد.

وقتی که از سمت راست به قاب نزدیک می‌شویم، نیروهای عمودی رو به پایین مثبت و نیروهای عمودی رو به بالا منفی خواهند بود. نیروهای افقی روی ستون‌ها که به سمت چپ اشاره می‌کنند باعث تولید نیروهای برشی مثبت می‌شوند.

ما نیروهای برشی مثبت را خارج از قاب و نیروهای برشی منفی را در داخل قاب ترسیم می‌کنیم.

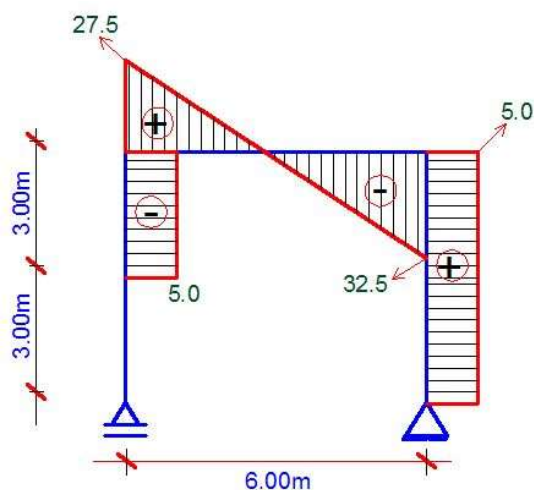


(ج) نیروی محوری

هنگامی که از پایین به ستون‌ها نگاه می‌کنیم، واکنش تکیه‌گاه‌های عمودی رو به بالا به معنی فشرده شدن ستون است و وارد شدن نیرو از چپ یا راست به آن معنایی به لحاظ کشش یا فشار ندارد.

وقتی که از سمت راست به تیر نگاه می‌کنیم، نیروهایی که به سمت راست اشاره می‌کنند، به معنی فشرده شدن تیر هستند و برعکس.

از نظر من، شما آزاد هستید تا هر نقطه‌ای را برای ترسیم نیروهای محوری خود انتخاب کنید. بعضی افراد نمودار نیروهای محوری را منطبق بر خط مرکزی سازه ترسیم می‌کنند. من یاد گرفته‌ام که نیروهای محوری منفی را خارج از قاب و نیروهای محوری مثبت را درون قاب ترسیم کنم؛ بنابراین این تصمیمی است که شما باید بگیرید.



مترجم: پوریا نخعی

منبع:

<http://www.structville.com/2017/08/understanding-sign-conventions-in.html>