



مقایسه پدیده کمانش جانبی - پیچشی تیرهای لانه زنبوری و تیرهای I شکل معمولی

حمیدرضا کاظمی نیا کرانی¹، محمد زمان کبیر²

1- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

2- دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

:

kazeminia.hamidreza@gmail.com

mzkabir@aut.ac.ir

:

خلاصه

در این مقاله مقایسه‌ای بین رفتار کمانشی تیرهای I شکل معمولی و تیرهای لانه زنبوری معادل (هم ارتفاع) صورت گرفته است. بدین منظور در حدود 50 مدل اجزای محدود سه بعدی با استفاده از نرم افزار ANSYS 10.0 مدل سازی شده است. مطالعات در این مقاله نشان می دهد که لنگر بحرانی تیرهای لانه زنبوری با تیرهای جان توپر متفاوت است. ناگفته نماند هر چه طول تیر کمتر باشد اختلاف بین لنگر بحرانی تیرهای لانه زنبوری با تیرهای جان توپر بیشتر می شود. در انتها رابطه ای برای تعیین لنگر بحرانی تیرهای لانه زنبوری بیان شده است، که میزان خطای این رابطه در مقایسه با مدل اجزای محدود کمتر از 3 درصد می باشد.

کلمات کلیدی: لنگر بحرانی تیرها، تیرهای لانه زنبوری، اجزای محدود، کمانش جانبی - پیچشی، نرم افزار ANSYS

1. مقدمه

در طراحی اعضای خمشی ممکن است با تیرهایی مواجه شویم که اولاً نسبت عرض به ضخامت آنها شرایط فشردگی را رعایت نکند. ثانیاً تکیه گاه جانبی در فواصل مناسب قرار داده نشود. اغلب تیرهایی که با ورقهای نازک ساخته می شوند دارای مقاطع فشرده محسوب نمی شوند. بدلیل اینکه در این مقاله از پرفیل های نورد شده I شکل و زنبوری استفاده شده است بنابراین بحث فشردگی کنار گذاشته شده و به بحث تیر بدون تکیه گاه جانبی پرداخته شده است [2].

چنانچه طول تیر در فواصل بین دو تکیه گاه از حد معینی تجاوز کند قبل از اینکه تنشهای خمشی حداکثر در تیر به حد تسلیم برسند بال فشاری تیر ناپایدار گشته و به صورت جانبی دچار خمش می شود. به همین دلیل برای یک طرح بهینه مناسب تر است برای کاهش تنشهای خمشی، ممان اینرسی حول محور X در مقایسه با ممان اینرسی حول محور Y خیلی زیادتر باشد [1]. کم بودن ممان اینرسی حول محور Y برای تیری که فواصل تکیه گاه جانبی آن زیاد است پدیده خمش جانبی بال فشاری و پیچش مقطع را تشدید می کند. بنابراین در شرایطی که بال فشاری تیر به طور جانبی در فواصل مناسبی مهار نشده باشد امکان تخریب ناگهانی بال فشاری افزایش می یابد. چنین تخریبی که به صورت ناگهانی در اثر افزایش تنش فشاری در بال بواسطه خمش تیر از یک طرف و خمش جانبی تیر به واسطه نگهداری نشدن آن به طور جانبی از طرف دیگر به پدیده کمانش جانبی - پیچشی تیر موسوم است. کمانش جانبی - پیچشی تیر همراه با چرخش مقطع همراه است، که این چرخش به صورت ترکیبی از پیچش خالص (Pure Torsion) و اعوجاج (Warping) بوجود می آید. بنابراین تنش فشاری ایجاد شده در بال مقطع مجموعه سه نوع تنش (تنش ناشی از خمش حول X، خمش جانبی و اعوجاج) است که اثر این تنشها ظرفیت باربری مقطع را کاهش می دهد.

تیرهای لانه زنبوری از برش دادن جان تیرهای نورد شده به صورت زیگزاگ در راستای میان تار، جابه جایی و جوش مجدد این دو نیمه به یکدیگر ساخته می شوند. در اثر این عمل ارتفاع تیر زیاد شده و ممان اینرسی آن حول محور قوی نسبت به تیر اولیه بیشتر می گردد. در نتیجه بدون هیچگونه تغییری در وزن، تیر بدست آمده مقاومت و سختی بیشتری از خود نشان می دهد. آیین نامه مقررات ملی (مبحث دهم) [3] و یا [4] AISC حالت خمش خالص را به عنوان حالت پایه در محاسبه لنگر کمانشی تیرها در نظر می گیرد. زیرا کمانش تیر تحت خمش خالص بحرانی ترین حالت بوده و محاسبه آن ساده تر است. در اکثر مراجع مراحل محاسبه لنگر کمانشی یک تیر ساده تحت خمش خالص آورده شده است، رابطه نهایی این حالت به صورت زیر می باشد [6,7,8]: