



Management@ISTAins.com

ASCE

بررسی ضریب ترک خوردگی اعضای سازه ای قاب بتنی با نگرشی بر آیین نامه های آبا ، مبحث نهم مقررات ملی و ACI

چکیده

آنچنانکه می دانیم تحلیل‌های سازه ای متداول برای بررسی رفتار سازه ها و اشاره شده در آیین نامه های طراحی همگی خطی هستند اما از آنجا که طراحی سازه های بتنی معمولاً بر اساس مقاومت نهایی و در حالت حدی صورت می گیرد لازم است توزیع نیروها منطبق بر وضعیت اجزا در حالت حدی نهایی باشد به این منظور تحلیل نیز باید با توجه به شرایط طراحی کالیبره شود. به همین دلیل روشهایی در آیین نامه های طراحی اشاره شده است که در زیر به بررسی آنها می پردازیم.

کلمات کلیدی

تحلیل ، سختی ، قاب مهارشده ، قاب مهارنشده ، ضرایب ترک خوردگی

۱- آیین نامه آبا چاپ ۷۹ (تجدید نظر اول)

در این آیین نامه و در بند ۱۰-۳-۴-۲ آورده شده است در تحلیل سازه ها سختی خمشی و سختی پیچشی اعضای سازه را می توان بر اساس مقطع ترک نخورده بدون در نظر گرفتن میلگردها ، یا بر اساس مقطع ترک خورده ، با در نظر گرفتن میلگردها محاسبه کرد.

برای منظور نمودن اثر ترک خوردگی در سختی خمشی و پیچشی ، می توان سختی تیرها و ستونها را به ترتیب برابر ۰,۷ و ۰,۳۵ سختی مقطع ترک نخورده آنها منظور نمود . سختی دیوارها می تواند در صورتیکه مقطع ترک خورده باشد ۰,۳۵ و در غیر اینصورت ۰,۷ سختی مقطع کل منظور گردد.

در اینجا ذکر چند نکته ضرورت داد :

الف : این آیین نامه فرض استفاده از مقاطع ترک نخورده را در صورت صرف نظر از آرماتورها در محاسبه سختی مقاطع مجاز می داند و به این ترتیب در برنامه هایی مانند SAP,ETABS که بر این فرض استوار هستند نیازی به اعمال ضرایب ترک خوردگی نیست!

ب : با توجه به اینکه تیرها معمولا تنها تنشهای خمشی را تحمل نموده و در مقایسه با ستونها که نیروی محوری قابل توجهی را همزمان با خمش در خود دارند ترک بیشتری خواهند خورد لذا نسبت یکسان سختی موثر بین این دو عضو فرضی اشتباه است بنابراین مورد اشاره شده در بالا حتی با صرف نظر از آرماتورها فرضی نادرست است. مع الوصف آرماتور ستونها نیز معمولا بیشتر از تیرهاست و در این صورت سختی صرف نظر شده در ستونها بیشتر خواهد بود!

ج : در این بخش اشاره ای به مهار شده یا نشده بودن قاب یا طبقه نگردیده ولی به بحث ترک خوردگی دیوارها اشاره می شود که با مقایسه آن با ضرایب دیگر اینطور برداشت می شود که چنانچه دیوار تحت اعمال بارهای وارده ترک نخورد همانند یک ستون عمل کرده و بارها را بیشتر به صورت فشاری (محوری) منتقل می نماید لذا با فرض رفتار ستونی ضریب ۰,۷ برای آن در نظر گرفته می شود در غیر اینصورت با فرض رفتار تیری شکل و ترک خوردگی تحت اثر خمش ضریب ۰,۳۵ همانند تیرها بر آن اعمال خواهد شد.

د: استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش سوم نیز به پیروی از این آیین نامه در سال ۸۴ و پیش از انتشار مبحث نهم مقررات ملی ساختمان در بندهای ۱-۲-۶ و ۲-۵-۶ این ضرایب را ۰,۳۵ و ۰,۷ برای تیرها و ستونها و برای دیوارها نسبت به میزان ترک خوردگی ۰,۳۵ و ۰,۷ اعلام می نماید. هرچند که در متن این آیین نامه با بکار بردن عبارت " می توان " دست محاسب برای بکار بردن دیگر فرضیات باز می ماند.

۲- آیین نامه بتن آمریکا ACI 318

این آیین نامه تقریبا از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ دو نگرش براین موضوع دارد :
اول ، نگرش اشاره شده در تفسیر بند ۸-۶-۱ در فصل تحلیل و طراحی که در آن با توجه به مقدمه آورده شده در ابتدای این مقاله تاکید می کند که توزیع نیروها باید منطبق بر وضعیت اجزا در حالت حدی و پیش از تسلیم باشد لذا ابتدا با تفکیک عملکرد قابها تحت بار جانبی به دو قاب " مهار شده و یا مهار نشده " با فرضی مشابه آیین نامه آبا آورده است : برای قابهای مهاربندی شده مقادیر نسبی سختی اهمیت دارد. دو فرض معمول بکار بردن مقادیر EI ناخالص برای تمامی اعضا یا استفاده از 0.5 EI جان برای تیرها و EI برای ستونها.
برای قابهای مهار نشده با شماره به بند ۱۰-۱۱-۱ ضرایب ارائه شده در این بند را معتبر می داند.

دوم ، در بند ۱۰-۱۱-۱ که در بالا ذکر شد بدون اشاره به عملکرد قاب (مهار شده یا نشده) ضرایبی به صورت فراگیر برای تمامی قابها ارائه می گردد که با توجه به متن تفسیر بند ۸-۶-۱ بیشتر اشاره به قابهای مهار نشده دارد هرچند این فرض در تفسیر بند ۱۰-۱۲-۱ با اشاره به محاسبه ضریب طول موثر K برای قابهای بدون حرکت جانبی با همین ضرایب نقض می گردد.

این ضرایب عبارتند از سختی تیرها و ستونها به ترتیب برابر ۰,۳۵ و ۰,۷ سختی مقطع ترک نخورده و سختی دیوارها در صورتیکه مقطع ترک خورده باشد ۰,۳۵ و در غیر اینصورت ۰,۷ سختی مقطع کل .

۳- مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ، طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه چاپ ۸۵

در این آیین نامه و در بند ۹-۱۰-۸-۳- اثرات ترک خوردگی با جمع بندی موارد ذکر شده در آیین نامه ACI نهایتا آورده شده است که برای قابهای مهارنشده سختی تیرها و ستونها به ترتیب معادل ۰,۳۵ و ۰,۷ سختی مقطع ترک نخورده آنها منظور می گردد و برای قابهای مهارشده سختی تیرها و ستونها به ترتیب معادل ۰,۵ و ۱,۰ سختی مقطع ترک نخورده آنها منظور خواهد شد. سختی دیوارها نیز مشابه تیرها نسبت به مقطع ترک خورده در حالت مهار نشده محاسبه می گردد. با توجه به این بند سختی موثر دیوارها در همه حالات برابر ۰,۳۵ است !!

پس از بررسی سه مرجع بالا می توان مباحث زیر را به عنوان جمع بندی مطرح نمود:

۱- نکته اول در تشخیص ترک خوردگی دیوار است مطابق با بند ۹-۱۴-۲-۲-۲-۲-۲ آیین نامه آبا (رابطه ۱۴-۳) مدول گسیختگی بتن (تنش کششی قابل حمل توسط بتن برای محاسبه ممان ترک خوردگی) برابر $0.6\sqrt{f_c}$ (MPa) خواهد بود. این مدول در آیین نامه ACI در بند ۹-۲-۵-۳ برابر $0.75\sqrt{f_c}$ (MPa) ارائه می گردد. لذا چنانچه تنش کششی دیوار بیش از این مقدار گردد دیوار ترک خورده فرض خواهد شد.

۲- مهارشده یا نشده بودن یک قاب یا طبقه با توجه به ضریب زیر مشخص می گردد : (بند ۹-۱۳-۳ مبحث نهم و ۱۳-۳ آیین نامه آبا)

$$\theta_i = \left[\frac{P_i \Delta w_i}{V_i h_i} \right]$$

Pi : مجموع بارهای مرده و زنده ضربیدار موجود در طبقه i ام.

hi : ارتفاع طبقه i ام

Vi : برش نهایی طبقه i ام.

Δw_i : تغییر مکان نسبی اولیه (از تحلیل اولیه خطی) تحت بار Vi در طبقه i ام .

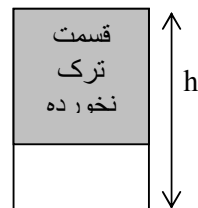
چنانچه این ضریب که در هر ترکیب بار می بایست محاسبه شود کوچکتر از ۰,۰۵ باشد طبقه (قاب) مهار شده خواهد بود.

(تفاوت این ضریب با استاندارد ۲۸۰۰ بدون ضریب بودن تمامی بارها در استاندارد یاد شده است)

۳- با توجه به ضرایب ارائه شده برای قابها در مبحث نهم و آیین نامه ACI می توان اینطور نتیجه گرفت که قاب تحت اثر بارهای ثقلی تغییر شکل داده و باعث ترک خوردگی تیرها تحت خمش به میزان کاهش سختی ۵۰٪ می گردد اما به علت اینکه در ستونها تحمل بارهای ثقلی معمولا نیروهای محوری ایجاد می کند و ممانها نسبت به نیروهای محوری کوچکتر هستند این اعضا تحت بارهای ثقلی ترک نمی خورند . حال هنگام اعمال بارهای جانبی چنانچه قاب مهار شده باشد این تغییر شکلهای تشدید نشده و ضرایب به همان میزان ثابت می مانند اما چنانچه قاب مهار نشده باشد این تغییر شکلهای تشدید شده خمش افزایش یافته و ستونها نیز در خمش ترک خواهند خورد لذا ضرایب کاهش سختی (سختی موثر) به اعداد ۰,۳۵ برای تیرها و ۰,۷ برای ستونها تغییر می کند.

۴- با توجه به ضرایب ترک خوردگی و محاسبه ممان استاتیکی مقاطع مستطیلی متقارن $(bh^3/12)$ می توان اینگونه نتیجه گرفت که فرض ترک خوردگی برحسب ارتفاع مقطع (h) به قرار زیر است :

ضریب ترک خوردگی	ارتفاع تقریبی ترک نخورده
۰,۳۵	۰,۷h
۰,۵	۰,۸h
۰,۷	۰,۹h



۵- حال با توجه به کلیه موارد جدول زیر را می توان برای استفاده بهتر پیشنهاد داد.

		ضرایب کاهش سختی	
		نوع عضو	
قاب (طبقه) مهار شده	تیرها	۰,۵	
	ستونها	۱,۰	
	دیوارها (کنترل ترک خوردگی با مقایسه تنش کششی دیوار با مدول گسیختگی $0.6\sqrt{f_c}$ مگا پاسکال)	ترک نخورده	ترک خورده
		(رفتار ستونی) ۱,۰	(رفتار تیری) ۰,۵
قاب (طبقه) مهار نشده	تیرها	۰,۳۵	
	ستونها	۰,۷	
	دیوارها (کنترل ترک خوردگی با مقایسه تنش کششی دیوار با مدول گسیختگی $0.6\sqrt{f_c}$ مگا پاسکال)	ترک نخورده	ترک خورده
		(رفتار ستونی) ۰,۷	(رفتار تیری) ۰,۳۵

در انتها متذکر می گردد که کنترل ترک خوردگی در تیرها و ستونها امری مشکل ولی در دیوارها ساده تر است لذا می توان ضرایب ترک خوردگی دیوارها را با مراعات نظر آیین نامه با محافظه کاری بیشتر بدون در نظر گرفتن عملکرد جانبی قاب چنانچه دیوار به عنوان سیستم اصلی باربر جانبی طراحی گردد ۰,۳۵ و ۰,۷ فرض کرد. در انتها به ذکر یک نکته پرداخته می شود که مبحث ششم مقررات ملی ساختمان که در سال ۸۵ منتشر شده نیز با پیروی از آیین نامه ۲۸۰۰ که قبل از مبحث نهم منتشر شده است ضرایب ترک خوردگی را بدون در نظر گرفتن عملکرد قاب و مبحث نهم با اشاره مجدد به آیین نامه آبا، ۰,۳۵ و ۰,۷ برای تیرها و ستونها و برای دیوارها نسبت به میزان ترک خوردگی ۰,۳۵ و ۰,۷ اعلام می نماید حال اینکه ضریب ۰,۷ برای دیوار از مبحث نهم حذف و ضرایب تیر و ستون نیز برای قابهای مهاربندی شده ۰,۵ و ۱,۰ هستند و بالاخره اینکه استفاده درست از ضرایب ترک خوردگی برعهده مهندس محاسب است.

مراجع :

- ۱- آیین نامه بتن آمریکا ACI ویرایش های ۹۵ و ۹۹ و ۲۰۰۲ و ۲۰۰۵
- ۲- آیین نامه بتن ایران (آبا)-تجدید نظر اول سال ۷۹- سازمان مدیریت و برنامه ریزی
- ۳- آیین نامه استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش سوم - مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- ۴- مبحث نهم - طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه ۱۳۸۵- مقررات ملی ساختمان
- ۵- مبحث ششم - بارهای وارد بر ساختمان ۱۳۸۵- مقررات ملی ساختمان