

تحلیل دینامیکی غیر خطی سدهای بتن غلتکی کم سیمان

سید یاسر باقری، دکتر محسن قائمیان

۱- کارشناس ارشد سازه‌های هیدرولیکی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

۲- دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

:

Batitwo.yas@gmail.com

خلاصه

سدها در سال‌های اخیر به دلیل توسعه سریع بتن غلتکی، تکنیک ساخت در مهندسی سد دچار دگرگونی زیادی گشته و با مطرح شدن ساختار پیوسته بدون درز انقباض، ساخت اقتصادی و سریع سد به واقعیت نزدیک شده است. رفتار تنش-کرنش بتن غلتکی با محتوای مصالح سیمانی بالا مانند بتن متعارف با در نظر گرفتن یک مدول الاستیسیته ثابت منطقی می‌باشد. این حالت برای تنش‌های در گستره صفر تا نزدیک مقاومت نهایی معتبر است. اما مخلوط‌های بتن غلتکی کم سیمان به طور متداول بعد از اینکه تنش‌ها از حدود ۲۵٪ مقاومت نهایی تجاوز کردند، رفتار تنش-کرنش غیرخطی با نرم شدگی قابل توجه دارند. در این حالت استفاده از خواص تنش-کرنش غیرخطی به جای فرض یک مدول الاستیسیته ثابت، تصویر درست تری از تنش‌های حقیقی در تحلیل سدهای ساخته شده با محتوای مصالح سیمانی پایین فراهم می‌کند. عموماً تحلیل‌های غیرخطی که در مورد سدهای بتنی غلتکی در گذشته انجام شده، با در نظر گرفتن مقدار مدول الاستیسیته ثابت مانند بتن متعارف است. اما در این تحقیق با توجه به خاصیت مطرح شده در مورد بتن غلتکی کم سیمان و رفتار تنش-کرنش غیرخطی، مدلی عددی پیشنهاد و فرمول بندی ترک چرخشی هم محور مشتمل بر اندرکنش سد و دریاچه، مورد بررسی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: سدهای بتنی غلتکی (RCC) کم سیمان، تحلیل لرزه‌ای غیرخطی، منحنی تنش-کرنش غیرخطی

۱. مقدمه

سدها جهت اهداف مختلفی از جمله تامین آب شرب، کشاورزی، انرژی برق و ... ساخته می‌شوند. این سازه‌ها به سرعت از لحاظ تکنولوژی طرح و اجرا رشد نموده‌اند. با توسعه ساخت سدها اهمیت ایمنی آنها مطرح شد. هزینه‌های زیاد ناشی از شکست سد بیش از آنکه مربوط به خرابی سازه باشد به پتانسیل تخریبی آن در پایین دست با توجه به بزرگی سیل ایجاد شده معطوف است. از عوامل مهم و تاثیرگذار بر خرابی سدهای بتنی، می‌توان به نقص در طراحی و ساخت، استفاده از مصالح نامناسب و نیز ضعف در تکیه‌گاه‌ها اشاره نمود. در احداث سد بار ناشی از وزن آن به پی و تکیه‌گاه‌ها وارد شده و با پیشرفت ساخت، این نیروهای وارده افزایش یافته به طوری که بعد از اتمام ساخت و آبگیری، بار وارده به علت نوسانات رقوم آب در مخزن تغییر می‌کند.

بررسی رفتار سد و ایمنی آن در برابر تحریک‌های لرزه‌ای بسیار مورد توجه بوده است. در گذشته آنالیز سدهای بتنی شامل بررسی پاسخ خطی این سازه‌ها تحت بارهای دینامیکی بوده است. اما از آنجا که بتن دارای مقاومت کششی پایینی است، در اثر زیاد شدن انرژی‌های کرنشی وارد مرحله نرم شدگی شده و با افزایش نیروهای کششی ناشی از بارهای لرزه‌ای، ترک در بدنه سد ایجاد می‌شود. بنابراین تحلیل لرزه‌ای غیرخطی این سازه‌ها از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد. در دهه‌های اخیر محققان به ساخت مدل‌های عددی و فیزیکی پرداختند تا بتوانند پاسخ واقعی سدها در برابر چنین بارگذاری‌هایی را نشان دهند.

در سال‌های اخیر به دلیل توسعه سریع بتن غلتکی، تکنیک ساخت در مهندسی سد دچار دگرگونی زیادی گشته و با مطرح شدن ساختار پیوسته بدون درز انقباض، ساخت اقتصادی و سریع سد به واقعیت نزدیک شده است. رفتار تنش-کرنش بتن غلتکی با محتوای مصالح سیمانی بالا مانند بتن متعارف با در نظر گرفتن یک مدول الاستیسیته ثابت منطقی می‌باشد. این حالت برای تنش‌های در گستره صفر تا نزدیک مقاومت نهایی معتبر است. اما مخلوط‌های بتن غلتکی کم سیمان به طور متداول بعد از اینکه تنش‌ها از حدود ۲۵٪ مقاومت نهایی تجاوز کردند، رفتار تنش-کرنش غیرخطی با نرم