Main Menu

بررسی گرادیان هیدرولیکی مجاز بتن پلاستیک

علی اصغر میر قاسمی [۱]
علی اصغر حاجی قاسمی [۲]

چکیده:

بتـن پلاسـتیک از مخلـوط مصـالح سـنگی (شن و ماسه)، سیمان، بنتونیت، آب و در برخی موارد از پرکننده هایی مثل خاک رس بدست میآید. استفاده از بتن پلاستیک برای ساخت دیواره آب بند در پی سدهای خاکی یکی از روشهای کاهش تراوش آب و کنترل زه آب در پـی سدها می باشد که در سه دهه اخیر توسعه یافته است. اسلامپ، مقاومت فشاری، بخصوص گرادیان هیدرولیکی بحرانی بتـن پلاسـتیک از جملـه پارامترهایی هستند که در طراحی و ساخت دیواره آب بند باید در نظر داشت که در این تحقیق بررسیهایی در ایـن زمینه بعمل آمده است. نتایج بدست آمده از آزمایشهای انجام گرفته بر روی نمونه های بتن پلاستیک ارتباط مستقیم بین مقاومت فشاری و گرادیان هیدرولیکی بحرانی بتن پلاستیک را نشان میدهد.

کلمات کلیدی :

بتن پلاستیک – گرادیان هیدورلیکی بحرانی

[۱] استادیار گروه مهندسی عمران aamir@shafagh.ut.ac.ir

[۲] فارغ التحصیل کارشناسی ارشد گروه مهندسی عمران

مقدمه

فرار آب ذخیره شده در پشت سدهای خاکی از طریق پی سد در صورتیکه کنترل مناسب وجود نداشته باشد می تواند باعث بروز مشکلات جدی برای سد شود. بیشترین مشکل ناشی از افزایش گرادیان خروجی آب بوده است که سبب شناوری ذرات خاک در پاشنه سد و در نتیجه آغاز حرکت ذرات خاک می شود. برای کنترل تراوش از پی سد روشهایی برای کاهش تراوش آب به کار می برند. یکی از روشهای کاهش تراوش از پی حفر ترانشه در پی سد و پر کردن آن با مصالح بتن پلاستیک می باشد. (Icold, 1985)

بتن پلاستیک مصالحی است با مقاومت پایین (کمتر از بتن معمولی) و دارای شکل پذیری بیشتر از بتن معمولی می باشد. معمولاً در بتن پلاستیک از نسبتهای سیمان به آب پایین استفاده می شود. بتن پلاستیک علاوه بر تغییر شکل پذیری بالا و نفوذ پذیری کم از مقاومت برشی متناسب با فشار اعمالی برخوردار می باشد.

آقای جفری (Jefferis , 1981) گزارشی از نمونه بتن پلاستیک سیمانی - بنتونیتی منتشر نمود که تحت گرادیان هیدرولیکی ۲۰۰۰ به مدت چهل روز قرار گرفته و هیچگونه آثار ناشی از شستگی مصالح و تخریب در آن مشاهده نگردید.

بررسی و تعیین گرادیان هیدرولیکی بحرانی در بتن پلاستیک و بخصوص هنگامیکه شرایط نشست متمرکز آب در بدنه بتن پلاستیک فراهم باشد از اهمیت بالایی برخوردار است. لذا در این تحقیق جهت مدلسازی ترکهایی که ممکن است عملاً در بدنه بتن پلاستیک به دلایل گوناگون (حاجی قاسمی، ١٣٧٦) ایجاد شود، شکافی به قطر ۱ میلی متر در وسط نمونه بتن پلاستیک در هنگام قالب گیری و ساخت نمونه ها با قرار دادن میله باریک و صاف به قطر ۱ میلی متر ایجاد می نمائیم. نمونه های بتن پلاستیک که به این شکل ساخته می شوند پس از نگهداری در شرایط مرطوب، در زمانهای مقرر (۷ و ۲۸ روزه) تحت آزمایش گرادیان هیدرولیکی بحرانی که در قسمت بعد توضیح داده شده است قرار می گیرند.

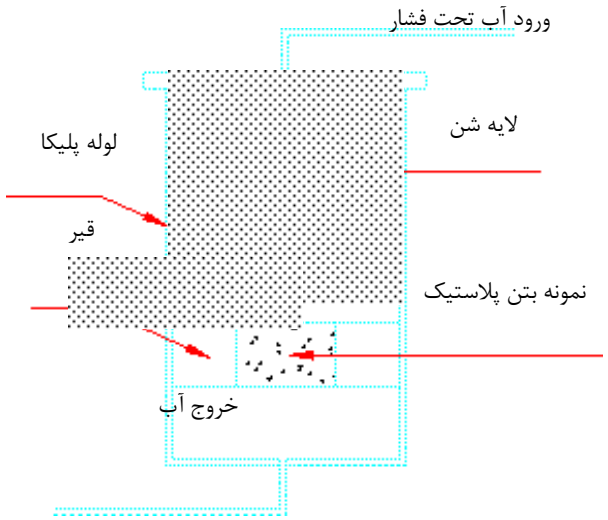
نحوه آزمایش تعیین گرادیان هیدرولیکی بحرانی

دستگاهی که جهت انجام آزمایش مورد نظر استفاده می شود، دستگاه فیلتر مانع فرسایش[1] می باشد که بصورت شماتیک در شکل (۱) نشان داده شده است.

همانطور که در شکل (۱) نمایان است ابتدا در قسمت پائینی استوانه دستگاه مقداری شن ریخته و آنرا می کوبیم تا سطحی صاف حاصل شود. نمونه بتن پلاستیک را بر روی این سطح صاف قرار میدهیم و فضای باقیمانده دور نمونه را جهت جلوگیری از فرار آب از اطراف نمونه با قیر پر می نمائیم. لازم به ذکر است جهت جلوگیری از نفوذ قیر به داخل لایه شنی (لایه شنی قرارگرفته در زیر نمونه)، قبل از ریختن قیر پیرامون نمونه، مقداری مصالح ریزدانه مانند پودرسنگ یا خاک رسی با ضخامت ۱ سانتی متر را در محل مذکور پهن و سطح بالای آن را صاف می نمائیم تا قیر بطور یکنواخت اطراف نمونه را فرا بگیرد. فضای باقیمانده بالای نمونه را با شن پر می نمائیم. نمونه را از بالا تحت جریان آب با فشارهای مختلف قرارداده و میزان آب خروجی را از پایین دستگاه اندازه گیری می نمائیم.

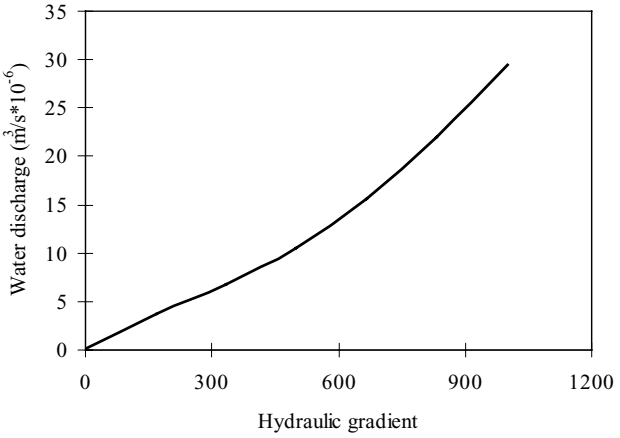
لازم به ذکر است که نمونه هایی را که جهت این آزمایش برگزیدیم، نمونه هایی استوانه ایی به قطر ۵/۵ و ارتفاع ۳ سانتی متر بودند که این ابعاد با توجه به حداکثر اندازه مصالح سنگی یعنی ۱۰ میلی متر و همچنین رعایت تناسب بین ابعاد نمونه انتخاب شدند. فشارهای آب که بر نمونه اعمال می شوند به ترتیب ۰/۵، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۳، ٤، ٥ و گاهی ٦ کیلوگرم بر سانتی متر مربع می باشد که هر کدام به مدت نیم ساعت بر نمونه های بتن پلاستیک اعمال می شود.

۱- N.E.F. (No Errossion Filter)



شکل (۱) دستگاه آزمایش جهت تعیین گرادیان هیدرولیکی بحرانی بتن پلاستیک (شماتیک)

برای بدست آوردن گرادیان هیدرولیکی بحرانی نمونه های بتن پلاستیک منحنی میزان آب خروجی برحسب گرادیان هیدرولیکی را برای نمونه ها ترسیم می نمائیم. که این منحنی در شکل (۲) برای طرح اختلاط (I) نشان داده شده است. بر اثر جریان آب در شکاف ایجاد شده در وسط نمونه های بتن پلاستیک، ذرات و مصالح جداره شکاف شسته شده و به همراه جریان آب حرکت کرده و به دنبال آن شستگی بیشتر جداره را باعث می شود و در نتیجه میزان آب خروجی افزایش می یابد. گردایان هیدرولیکی که به یکباره باعث افزایش قابل توجهی در میزان آب خروجی می شود، گرادیان هیدرولیکی بحرانی می باشد.



شکل (۲) منحنی میزان آب خروجی برحسب گرادیان هیدرولیکی برای طرح اختلاط (I)

مشخصات طرحهای اختلاط

در ساخت نمونه های بتن پلاستیک از ٦ طرح اختلاط استفاده شده که مشخصات این طرحهای اختلاط در جدول (١) آورده شده است.

مصالح / طرح اختلاط	آب (lit/m^3)	بنتونیت (kg/m^3)	سیمان (kg/m^3)	مصالح دانه ایی (kg/m^3)	آب به سیمان (W/C)
I	٤٢٠	٣٠	١٠٠	١٥٠٠	٤/٢
II	٤٢٠	٣٠	١٥٠	١٥٠٠	٢/٨
III	٤٢٠	٤٠	١٥٠	١٥٠٠	٢/٨
IV	٤٢٠	٣٠	٢٠٠	١٥٠٠	٢/١
V	٤٢٠	٤٠	٢٠٠	١٥٠٠	٢/١
VI	٤٢٠	٥٠	٢٠٠	١٥٠٠	٢/١

جدول (١) درصد مصالح مصرفی در ٦ طرح اختلاط بتن پلاستیک

حداکثر اندازی مصالح سنگی مصرفی ١٠ میلی متر می باشد. میزان مصالح دانه ایی مصرفی در تمامی طرحهای اختلاط ثابت و برابر ١٥٠٠ کیلوگرم در هر متر مکعب بتن پلاستیک می باشد.

سیمان مصرفی در ساخت نمونه های بتن پلاستیک از نوع ضد سولفات تیپ II و آب مصرفی نیز آب شرب تهران می باشد (حاجی قاسمی، ١٣٧٦)

نتایج آزمایشها

همانطور که از جدول (٢) نمایان می باشد در میزان ثابت سیمان در هر طرح اختلاط با افزایش درصد بنتونیت، اسلامپ بتن پلاستیک افزایش می یابد. همینطور در میزان ثابت سیمان هنگامیکه بنتونیت طرح اختلاط بتن پلاستیک را افزایش میدهیم، مقاومت فشاری نمونه های بتن پلاستیک کاهش می یابد و وقتیکه میزان بنتونیت طرح اختلاط ثابت می ماند و میزان سیمان را افزایش میدهیم، مقاومت نمونه های بتن پلاستیک افزایش می یابد.

طرح اختلاط	I	II	III	IV	V	VI
اسلامپ (cm)	١٩	٢١	٢٢	١٧	٢٠	٢٣
مقاومت فشاری ٧ روزه (kg/cm^2)	١/٤	٤/٥	٢/٤	٩	٤/٢	٣/٧
مقاومت فشاری ٢٨ روزه (kg/cm^2)	٢/٦	٨/٣	٥/٣	١٦/٥	٧/٧	٧/٤
وزن مخصوص (Ton/m^3)	٢/٠٢	٢/٠٦	٢/٠٨	٢/١	٢/١٣	٢/١٥

جدول (٢) اسلامپ، مقاومت فشاری (٧و٢٨روزه)، وزن مخصوص نمونه های بتن پلاستیک

نتایج آزمایشها روشن می نماید که بنتونیت در بتن پلاستیک عامل شکل پذیری می باشد و مقاومت نمونه های بتن پلاستیک را پایین می آورد و برعکس سیمان عامل مقاومت نمونه های بتن پلاستیک می باشد و مقاومت فشاری نمونه های بتن پلاستیک را افزایش و شکل پذیری را کاهش میدهد.

جـدول (۲) سـیر صـعودی وزن مخصـوص بتـن پلاسـتیک را نشـان میدهد که دلیل این موضوع افزایش ریزدانه هایی مانند سیمان و بنتونیت در طرح اختلاط می باشد و با توجه به ثابت بودن میزان مصالح سنگی و آب در طرح اختلاط بدیهی است که افزایش سیمان و بنتونیت در طرحهای اختلاط باعث افزایش وزن مخصوص بتن پلاستیک می شود.

گرادیان هیدورلیکی بحرانی

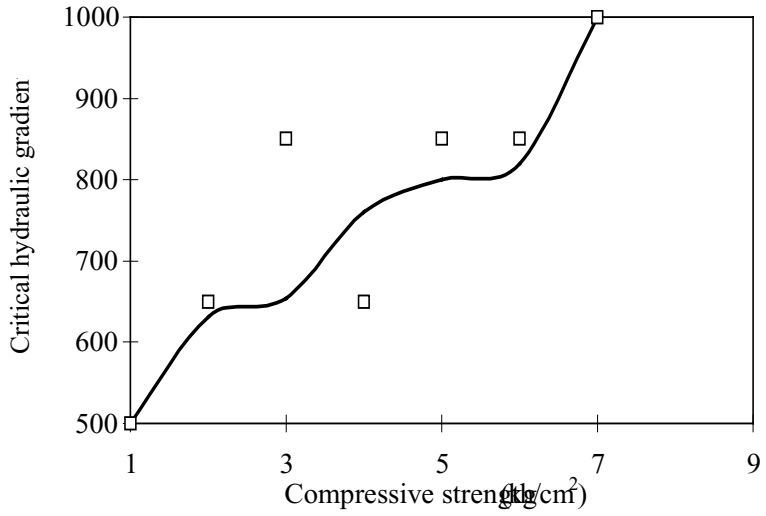
نتایج آزمایش تعیین گرادیان هیدرولیکی بحرانی در جدول (۳) آورده شده است

طرح اختلاط	گرادیان هیدولیکی بحرانی ۷ روزه	گرادیان هیدولیکی بحرانی ۲۸ روزه
I	۵۰۰	۸۵۰
II	۸۵۰	*
III	٦۵۰	*
IV	۱۰۰۰	*
V	۸۵۰	*
VI	٦۵۰	*

*گرادیان هیدرولیکی بحرانی بالاتر از ۲۰۰۰ می باشد.

جدول (۳) نتایج تعیین گرادیان هیدرولیکی بحرانی بر روی نمونه های ۷ و ۲۸ روزه بتن پلاستیک

بـا توجـه بـه جـدول ایـنگونه استنباط می شود که گرادیان هیدرولیکی بحرانی نمونه های ۲۸ روزه در مقایسه با نمونه های ۷ روزه بـه مـیزان قـابل ملاحظـه ایـی افـزایش مـی یـابد. همچنیـن نتیجه میگیریم در میزان ثابت سیمان با افزایش میزان بنتونیت، گرادیان هیدولیکـی بحرانی کاهش می یابد و بر عکس در میزان ثابت بنتونیت با افزایش میزان سیمان، گرادیان هیدرولیکی بحرانی افزایش می یابد.



شکل (۳) رابطه گرادیان هیدرولیکی بحرانی و مقاومت فشاری بتن پلاستیک

شـکل (۳) ارتـباط گـرادیان هیدرولیکـی بحرانـی نمونـه های بتن پلاستیک و مقاومت فشاری آنها را نشان میدهد. با افزایش مقاومت فشاری بتن پلاستیک گرادیان هیدولیکی بحرانی افزایش می یابد.

نتیجه گیری

با توجه به آزمایشهای انجام گرفته برروی نمونه های بتن پلاستیک در این تحقیقات، روشن می شود که هر چه درصد بنتونیت طرح اختلاط (که شامل شکل پذیری بتن پلاستیک می باشد) بیشتر شود، اسلامپ بتن پلاستیک افزایش می یابد. همچنین با افزایش سیمان در طرح اختلاط، مقاومت فشاری و گرادیان هیدرولیکی بحرانی بتن پلاستیک افزایش می یابد. در صورتیکه با افزایش بنتونیت در طرح اختلاط مقاومت فشاری و گرادیان هیدرولیکی بحرانی بتن پلاستیک کاهش می یابد.

با توجه به ارتفاع آب پشت سد و همچنین ضخامت دیوار آب بند بتن پلاستیک حداکثر گرادیان هیدرولیکی ایجاد شده در حدود ۱۰۰ الی ۲۰۰ میباشد. با توجه به گرادیان هیدرولیکی بحرانی مندرج در جدول (۳) برای ٦ طرح اختلاط ارائه شده در این تحقیقات نتیجه می گیریم دیواره های آب بند بتن پلاستیک مصالح مناسب و قابل اطمینان جهت آب بندی بستر سدها می باشند. همچنین دیواره های آب بند بتن پلاستیک که با توجه به درصد اختلاط ارائه شده در این تحقیقات ساخته شوند، در صورت اجرای صحیح از ضریب اطمینان بالا و خوبی در برابر آب شستگی برخوردار خواهند بود.

تشکر و قدردانی

در اینجا لازم است از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران جهت تامین اعتبار لازم برای انجام این تحقیق و همچنین از آقای دکتر اورنگ فرزانه جهت ارائه راهنمائیها و در اختیار گذاشتن امکانات آزمایش با دستگاه فیلتر مانع فرسایش قدردانی و سپاسگذاری نمائیم.

مراجع

1-I Cold (1985), “Filling materials for watertight cut-off walls Bulletin51.
2-Jefferis, S.A. (1981). “Bentonite – cement slurries for hydraulic cutoffs. “proc., 10th ICSMFE, A.A. Balkema, Rotterdam, the Netherlands,PP. 435-440

۳- علی اصغر حاجی قاسمی (۱۳۷٦)″ بررسی گرادیان هیدرولیک مجاز بتن پلاستیک″ پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی – دانشگاه تهران