

הערכה מבנית של סוללות אפר פחם בכביש 57

דר' מריו הופמן, 2002

יונה- ייעוץ וניהול הנדסי בע"מ

במסגרת פרויקט שיקום והרחבה של כביש 57 לרמה של כביש דו-מסלולי דו-נתיבי, החליטה מע"צ להשתמש באפר פחם מרחף ותחתי כתחליף לחלק מחומרי המילוי הקונבנציונאליים. פרויקט ההרחבה משתרע בין יד חנה לכפר יונה לאורך של כ- 6.5 ק"מ.

המטרה העיקרית של ההערכה המבנית של סוללות אפר הפחם הייתה להעמיק בידע לגבי התנהגותם של החומרים הלא קונבנציונאליים הללו ביחס להתנהגותם של חומרי סלילה רגילים. הסקירה התמקדה באלמנטים הבאים: (1) בחינת אחידות הסוללות; (2) חישוב פרמטרי תסבולת וקשיחות הסוללות; (3) בדיקת ההצטופפות והצפיפות היחסית של החומרים השונים; (4) השוואת ההתנהגות המבנית של החומרים בשלבי הביצוע השונים.

על מנת להעמיק בהבנת התנהגותם המבנית של סוגי אפר פחם שונים בסוללות כבישים, בוצעה סדרה של מדידות ופענוח של אגני שקיעות באמצעות מכשיר ה- Heavy Weight Deflectometer (HWD). הסוללות נבדקו בשלושה שלבים של התקדמות הפרויקט: (א) על גבי חומרי המילוי עצמם; (ב) על גבי חומרי המילוי לאחר כיסויים בשכבות גרנולריות; (ג) על גבי הכביש המוגמר ברמת האספלט, בסמוך לפתיחתו לתנועה.

מסקנות הדו"ח:

1. רמת אחידותה המבנית של המיסעה על סוללות אפר פחם מרחף או תחתי, זהה או גבוהה מרמת אחידותה של המיסעה המושתתת על סוללות "קונבנציונאליות".
2. קשיחותה של סוללת אפר הפחם התחתי נמוכה מהסוללה הקונבנציונאלית, אך קשיחותה של סוללת אפר הפחם המרחף כפולה מהסוללה הקונבנציונאלית.
3. נראה כי קיימות ריאקציות פוצלניות באפר הפחם המרחף אשר גורמות לצמנטציה עצמית ולהתקשות החומר עם הזמן. התקשות זאת הייתה אחראית לירידת השקיעות, לאחר כשנה, במאות אחוזים ביחס לשלבים המוקדמים של הקמת הסוללות.
4. חומרים גרנולריים בכלל, ואפר פחם בפרט, מצטופפים תחת מספר הולך וגדל של "מכות" עם משקולת ה- HWD. תופעת הצטופפות זאת מורגשת יותר באפר פחם מרחף מאשר בחומרים האחרים. בגלל תופעת הצטופפות הזאת, אשר יכולה להגיע לכ- 25% בין המכה השלישית למכה השמינית, יש להיזהר בניתוח שקיעות על גבי תווד גרגרי. התעלמות מתופעת הצטופפות יכולה לגרום לאפיון מוטעה של חומרי הסוללות.
5. השימוש במודלים תיאורטיים כגון בוסנסק, בורמייסטר ואחרים, המבוססים על מכניקת הרצף, אינו מתאים לחומרים גרנולריים כמו אפר פחם או חול, המפתחים את חוזקם בעיקר מחיכוך בין-גרגרי, עם מרכיב קוהזיבי נמוך או חסר. השקיעות בתווד גרגרי מושפעות מתכולת הרטיבות, דרגת הצפיפות, תצורת הגרגרים, זווית החיכוך

הפנימי, הקוהזיה וכדומה. הפרמטר "מודול אלסטיות" המאפיין חומרים המתנהגים על פי ההנחות של המכניקה הקלאסית, לא יכול לבטא את התלות של חומרים גרגריים בכל המשתנים הנ"ל, ולא יכול, בשל כך, להוות מדד ל"חוזקו" של המבנה.

6. ערכי התסבולת המדודים של המיסעות המונחות על שני סוגי אפר הפחם והחומרים הקונבנציונאליים נמצאים בגדר הנורמה ביחס למיסעות גמישות דומות בארץ.

7. נמצא כי כל המיסעות המוערכות בדו"ח זה צפויות לעמוד בהצלחה בנפחי התנועה החזויים של הפרויקט.