

שיקום, חיזוק ושימור תשתיות אבן ושיש

תומר פרי*

כפור, ובדיקות נוספות בהתאם לתנאי המקום בהתאם לתקן. יש לזכור כי ישנם כוחות רבים הפועלים על האבן כגון: כוח הכובד של האבן, עומס הרוחות, שינויים תרמיים ושקיעת יסודות.

הסיבות לשחיקה והתפוררות אבני חיפוי

בשנים האחרונות אנו עדים לכשלים באבני חיפוי שמתחילות להתפורר ולהישחק עקב אי התאמה של חיפוי האבן לסביבה הגיאוגרפית, כמו למשל סמיכות לים או משום בחירה לא נכונה של אבן שאינה עומדת בתקינה או משום בליה טבעית של האבן והשיש. הבליה באבן היא לרוב תהליך איטי המתרחש על פני שנים רבות, אך לעתים אנו עדים לבליה באבן חיפוי עוד בטרם אכלוס המבנה.

בליה באבן רכה באה לביטוי בכמה דרכים: שחיקה, סדיקה והתפוררות. בליה ושחיקה בתשתיות מינראליות יכולות להיגרם מכמה סיבות עיקריות:

ממעגל של "מקפיאה-הפשרה" - מים מחלחלים לנקבוביות ולחריצים, המים קופאים ומתרחבים בשל האנומליה של המים, בתהליך ההתרחבות הם יכולים להפעיל לחצים גבוהים על האבן.

התגבשות גבישי מלח - כאשר מלחים מומסים מחלחלים לתוך נקבוביות וחריצים באבן, המים מתאדים ומשאירים גבישי מלח. חלק מהמלחים הללו יכולים להתרחב עד פי שלושה או יותר. בתהליך ההתגבשות, הגבישים שגדלו מפעילים לחץ על האבן וזה מביא להתפוררות האבן. גבישי מלח יכולים לקחת תפקיד גם בתמיסות שממיסות את הסלע (למשל אבן גיר) והן יוצרות תמיסות מלח כמו נתרן גופרתי או נתרן פחמתי. במצב זה התאדות המים מביאה שוב ליצירת גבישי מלח והתוצאה הסופית כאמור היא של התפוררות.

שחיקה כימית - מי גשם שהופכים לחומצה בתהליך כימי, באים במגע עם סלע הגיר וממיסים אותו. חלקי הסלע המומסים ממשיכים לזרום עם המים, ובסלע נוצרים חלים וחורים. תהליכים אלה שכיחים בעיקר באזורים לחים שהטמפרטורות בהם גבוהות, משום שהלחות והחום מזרזים את התרחשותם.

התפוררות - תופעה שכיחה במצבים שבהם מרווח הטמפרטורות היומי הוא רחב. הטמפרטורות גבוהות מאוד במהלך היום וצונחות מטה במהלך הלילה. בשל כך, הסלעים המתחממים מתרחבים במהלך היום ומתקררים ומתכווצים במהלך הלילה, דבר שגורם להפעלת לחץ על השכבה החיצונית, להתפוררות הסלעים ולקילוף השכבה העליונה, המכונה גם נשירה.

מבנה גיאולוגי של האבן - אבנים רבות כמו אבן ביר זית, שלאחרונה מככבת כאבן חיפוי, מכילות חרסיות. המינרל מאופיין בגביש זעיר הבנוי מסיליקה (SiO_2) ואלומינה (Al_2O_3) ובנטייה לספוח מים. חרסיות הנמצאות



הפתרון לכתמי חומרי מליטה: מימין, מבנה שחזיתו מטופלת בסיקה 925 לעומת חזית מבנה שמאלי לא מטופל.

בשנים האחרונות אנו עדים לכשלים באבני חיפוי בקירות החיצוניים של המבנה. האבנים מתחילות להתפורר ולהישחק עקב אי התאמה של חיפוי האבן לסביבה הגיאוגרפית או מבחירה לא נכונה של אבן שאינה עומדת בתקינה או משום בליה טבעית של האבן והשיש. על התהליכים הגורמים לשחיקה ובליה, ועל הפתרון ודרך יישומו, בכתבה שלפניכם

אבן ושיש משמשים כחומרים בבנייה המודרנית והשימוש הנפוץ ביותר בהם הוא לצורכי חיפוי קירות חיצוניים בלוחות אבן ושיש, בין שמדובר בשיטת ההדבקה הרטובה, בשיטה הטרומית, בשיטת ברנוביץ, בהדבקה בשילוב קיבוע מכאני ובחיפוי יבש.

בחיפוי באבן משתמשים לרוב באבן מקומית הנחשבת לאבן רכה. נוסף על כך, מבנים רבים סמוכים לקו החוף וחשופים למשטר רוחות המביאות עמן כלורידים הנישאים מהים. כל העובדות שהוזכרו מחייבות אותנו להתאים את האבן והשיש למבנה, ולהתחשב בתנאי הסביבה שהמבנה ממוקם בה. ברוב המקרים האבן או השיש יעברו מערכת בדיקות שתוכננה על ידי יועץ החיפוי מטעם האדריכל. גם כאשר לא הייתה התייחסות לכך, האינטרס של הקבלן הוא לערוך סדרת בדיקות כנדרש בת"י 2378/1.

לפי תקן 2378 חלק 1 יש לבצע מראש סדרת בדיקות שגרתיים כגון: חוזק כפיפה, משקל מרחבי, ספיגות כוללת וספיגות נימית. כמו כן קיימת סדרת בדיקות מיוחדות כגון: עמידות בהתגבשות מלחים בסביבה ימית, עמידות בכפור והפשרה בסביבת

* הכותב הוא מנכ"ל חברת NTSI. החברה מתמחה במתן פתרונות מתקדמים בתעשיית הבנייה

שיקום, חיזוק ושימור תשתיות אבן ושיש

המשך מעמוד 42

ומחזק את האבן, קרי מעלה את חוזק הכפיפה, מקטין את ספיגות המים ומקטין בהרבה את הספיגות הנימית הקפילארית. כתוצאה מכך, סיקה גרד 100 מקדם חיזוק פנימי וחיצוני משמעותי של תשתית האבן.

החומר ניתן ליישום על כמעט כל סוגי התשתיות המינראליות למטרות הקשחת התשתית והגדלת עמידותה מפני שחיקה ובליה בסביבות קורוזיביות וכן לשחזור ושיקום. שיטת היישום הרצויה דורשת הספגה של החומר לאבן ככל הניתן, וזאת על מנת לאפשר אימפרגנציה עמוקה לחיזוק הפנימי של האבן; מסיבה זו, במידה שהאבן טופלה בעבר בסילר ואינה מאפשרת הספגה של החומר, יש ללטש את התשתית. החומר עצמו אינו מושך אבק או לכלוך, אינו מכיל מרכיבים המזיקים לאבן שכן המקשר הכימי הוא מינראלי. הריאקציה ליצירת סיליקה אמורפית אורכת כשלושה שבועות עד חודש; בפרק זמן זה נוצרת הסיליקה האמורפית. בסוף התהליך מתקבלת אבן חזקה כאשר הסיליקה האמורפית הופכת להיות חלק בלתי נפרד מהאבן. בדיקות במכון התקנים של אבנים שטופלו מעידות על שיפור מהותי בתכונות האבן לאחר הטיפול.

דרך טיפול נוספת היא הטבלה של האבן בסיקה גרד 100 ובאופן הנ"ל לתרום לחיזוק היקפי של האבן. לעיתים מצב זה עדיף שכן החומר אינו מטפל בנזקים שעלולים לבצוע מהתשתית שעליה מונחת האבן.

בנוגע לטיפול באסתטיקה של האבן, בהינתן חורים ושברים על פני האבן ניתן למלא את החללים ברובה צמנטית בגוון האבן המעורבבת עם תוסף לרובה המשפר את מודל האלסטיות.

לאחר שמסתיים פרק הזמן שבו נוצרה הסיליקה האמורפית והאבן חוזקה, יש לטפל באבן באמצעות חומר מסוג "אימפרגנציה משולבת ציפוי" מסוג סיקה גרד 925 או סיקה גרד 925T. מערכת "אימפרגנציה משולבת

באבן הגיר נוטות להתנפח עם ספיחת הרטיבות ותורמות גם הן לתהליך הבליה. ספיחת נוזלים היא התהליך שבו מינרלים בסלע סופגים מים ומתרחבים, ולעיתים גם משתנה המבנה הכימי שלהם. מדובר בתהליך כימי שלעיתים יש לו השפעות מכאניות, שכן חלק מהחומרים מתרחבים בעת שהם סופחים מים. חומרים אלה יכולים להתרחב עד לפי 16 מגודלם.

תמיסות פחמניות - קרבונזיזיה המתרחש בסלעים שמכילים פחמת הסידן, לדוגמה באבן גיר. תהליך זה מתרחש כאשר גשם ופחמן דו-חמצני או חומצה אורגנית מתחברים יחד ויוצרים חומצה פחמתית חלשה, שמגיבה עם פחמת הסידן, ונוצר סידן דו-פחמתי.

הידרוליזה - הידרוליזה מתרחשת כשהסלע מכיל פצלת השדה מסוג אורתוקלז - בעיקר בגרניט. פצלת השדה מגיבה למים חומציים ויוצרת קאולין, חומצה צורנית ואשלגן הידרוקסילי. רק הקאולין נשאר שכן החומצה הצורנית והאשלגן ההידרוקסילי נשטפים במים.

שחיקה ביולוגית - תשתיות מינראליות שנפגעו משחיקה ביולוגית שהיא פועל יוצא של טחב, אצות, עובש, בקטריות וכדומה.

כל הסיבות שפורטו עלולות לגרום לליקויים באבן והן למעשה כשלים נפוצים, כגון: התנתקות האבן מקירות המבנה (סכנת נפילה), חדירת רטיבות לדירות מגורים, ליקויים תרמיים ואקוסטיים, הופעת סדיקה והתקלפות כתוצאה מהשפעות סביבתיות חיצוניות ועוד, וכל אלה נוסף לפגיעה האסתטית של המבנה.

נשאלת השאלה, כיצד ניתן לעצור את תהליך הידרדרות האבן, כיצד ניתן לתקן פגמים באסתטיקה של האבן וזאת מבלי להחליף את חיפוי המבנה?

לפני שנעסוק בפתרון עצמו, כדאי לציין כי יישום סילר או מילוי החורים לבדם, אין בהם משום פתרון לשיקום האבן וחיזוקה וקרוב לוודאי שהם ייקרו ויקשו על מתן פתרון כולל ראוי, אם יוחלט לאמץ את הפתרון המוצע להלן.

הפתרון הנדרש וצורת היישום

לפתרון בעיה של אבן הסובלת משחיקה ובליה נדרש חומר שיאפשר להקנות לתשתית חוזק מכאני שיעצור את תהליך הבליה וההתפוררות. **סיקה גרד 100 הוא** חומר סיליקטי על בסיס מינראלי נטול ממיסים אורגניים המשמש לחיזוק, שיקום והגנה על תשתיות אבן שנפגעו עקב שחיקה מכאנית, כימית וביולוגית. המנגנון הכימי של החומר גורם לריאקציה זריזה בין החומר ובין הלחות הקיימת בתשתית ובאוויר והופך לסיליקה אמורפית. סיקה גרד 100 משאיר את האבן נושמת



מצב האבן אחרי הטיפול - אבן לא מחוררת - חיפוי אבן לאחר חיזוק ושיקום במערכת סיקה גרד 100 וסיקה גרד 925



מצב האבן לפני הטיפול - אבן מחוררת - חיפוי אבן עם בלייה ושחיקה

שיקום, חיזוק ושימור תשתיות אבן ושיש

המשך מעמוד 44

שהסרתה קלה באישור מטעם החברה. חברות בנייה גדולות וזמים עושים בו שימוש בהגנה על ריצוף הלובים בבניינים, רחבות ציבוריות, קניונים. שימוש נוסף ושכיח הוא בטיפול באבן חיפוי כהה (לרוב בגרניט) הסובלת מכתמים שנוצרים מחומרי המליטה. לנוכח העובדה שהחומר מכהה את גוון האבן, הוא מאפשר "להעלים" כתמי מליטה ואבנית שהסרתם קשה, לא תמיד אפשרית ולרוב מחייבת תהליך ליטוש ארוך, יקר שלעיתים גם פוגע בטקסטורה של האבן. סיקה גרד 925 מהווה פתרון עדיף להגנה על תשתיות מינראליות ביחס לסילרים אימפרגנציה הקיימים בשוק ומהווה צעד נוסף לחומרים מתקדים המאפשרים הערכת תוחלת חיים ושמירה על חזות התשתית לאורך שנים רבות.

מערכות ההגנה המשולבות והמתקדמות שהוצגו כאן לרוב מיושמות על תשתיות אבן ושיש בליווי יועצי אבן מקצועיים.

המוצרים שתוארו מיוצרים על ידי חברת Sika, קונצרן עולמי עתיר ניסיון וידע, הפועל בענף הבנייה והאיטום זה למעלה מ-100 שנים. המוצרים משווקים על ידי חברת NTSI. ■

ציפוי מסוג סיקה גרד 925 היא חומר ייחודי על בסיס מולקולות פולימרות בגודל ננומטרי של סילאן. בדומה לסילר, החומר חודר לתשתית (אימפרגנציה) ובדומה לציפוי החומר ממלא את נקבוביות התשתית, לכן החומר פועל בשיטת אימפרגנציה משולבת ציפוי להגנה אופטימאלית מפני הכתמה ונזקים בתשתיות אבן. למוצר מאפיינים סופר הידרופוביים - דחייה של מים ושמנים ברמה מאוד גבוהה.

סיקה גרד 925 או סיקה גרד T925 ממלאים שתי מטרות עיקריות: להגן על תשתית האבן או השיש בהקניית תכונות דחייה של נזלים; להעלות את עומק הגוון של האבן, תכונה שלרוב באה לידי ביטוי באבנים כהות - שעומק הגוון שמתקבל מקנה מראה רענן ובריא לאבן. לרוב סימני ליטוש ותפרחות יטושטשו לאחר יישום החומר. נציין שסיקה גרד 925 הוא חומר שמצטיין בהגנה על תשתיות אבן ושיש, בניגוד לסילרים רגילים המבוססים על סיליקון, סיליקונט, פוליסיילוקסאן, סילוקסן וכדומה. סיקה גרד 925 מבוסס על מולקולות של סילאן שקטנות יותר בגודלן מהמולקולות של שאר החומרים, ומכאן שההגנה המתקבלת עמידה במיוחד, עמידה ב-UV, אינה מתקלפת, אינה מצהיבה והיא בעלת שטח כיסוי גדול במיוחד (פי 4 עד פי 10 מכל סילר רגיל אחר). החומר ניתן ליישום על קשת רחבה של תשתיות מינראליות כגון: אבן, שיש, טרצו, טרקוטה וגרניט ואף על תשתיות אחרות שסילר רגיל לא ייתפס בהן כגון מוצרי פלסטיק שונים, אפוקסי, משטחי אבן קיסר (קוורץ), קרמיקה ללא גלזורה ועוד.

סיקה גרד 925 ישים על חיפוי אבן, רצפות ודלפקי עבודה, לשימושי פנים וחוף. בניגוד לסילרים רגילים הוא מצטיין בהגנה מפני הכתמה, והגנה טובה מפני גרפיטי