

IPANEX® TECHNISCHER BERICHT Nr. 5

ZIEL DER TESTS

Dieses Forschungsprojekt über die Korrosion des IPANEX®- und des Microsilica-Betons wurde von IPA SYSTEMS INC. durchgeführt, um die Leistung beider Zusätze in gleichwertigen Betonmischungen als Korrosionsschutzsystem zu bewerten und zu vergleichen. Das Testverfahren ist ein Makrozellen-Korrosionsmodell, das von der Bundesautobahnverwaltung (FHWA) über lange Jahre hinweg benutzt wurde, um die Korrosion der normalen grauen Stahlbewehrungen im Beton zu bewerten.

BESCHREIBUNG DES TESTS

Die Betonprobekörper mit identischen Mischung wurden unter kontrollierten Bedingungen hergestellt, unter Verwendung derselben Zuschläge, desselben Zements und Wassers. Die Stichproben sind dicke Stahlbetonplatten von 12"x12"x7". Siehe Abbildung 1. Die NaCl-Lösung wird vier Tage lang kontinuierlich auf den Platten belassen. Nach vier Tagen wird die Lösung abgesaugt, und die Platten werden gespült und drei Tage lang bei einer konstanten Temperatur von 100°F (37,8°C) liegen gelassen. Der Zyklus wiederholt sich mit Salzwasser und Trockenvorgang bei trockener 100°F (37,8°C) warmer Luft über einen Zeitraum von 48 Wochen.

TESTVERFAHREN

Die Betonplatten wurden mit den nachfolgend angegebenen Mischungen vorgefertigt.

IPANEX® BETON	MICROSILICA BETON
Zement 48#	Zement 44#
Sand 112.8#	Sand 112.8#
Kies fein 62# 3/4"	Kies fein 62# 3/4"
Kies grob 62# 1/2"	Kies grob 62# 1/2"
H ₂ O 16.24#	H ₂ O 15.2#
HRWR 10 fl. oz.	HRWR 24 fl. oz.
Luftporenbildner 3.8 ml.	Luftporenbildner 12 ml.
IPANEX® 6.6 fl. oz.	M.S. 4#
Air 6%	Air 6%
ABM 5"	ABM 5 1/2"
W/Z 0.34	W/Z 0.34
Luftporenbildner	Grace Daravair M
HRWR	Sikament 300
Microsilica	Grace Force 10,000

Gleich nach dem Guß werden die Platten drei Tage lang in Plastiktüten gelegt, dann läßt man sie 24 Tage an der Luft bei einer Temperatur von 60-80°F aushärten. Die Seiten der Platten und die Vorsprünge der Stangenenden werden zweimal mit Epoxyharz bestrichen, und es werden um den oberen Umfang herum Barrieren errichtet, um das Salzwasser zurückzuhalten. Die Oberflächen der Platten werden leicht sandgestrahlt. Die oberen Stangen werden an die eine Seite eines 10-Ohm-Widerstands mit Kupferdraht angeschlossen, und die unteren Stangen an die andere Seite des Widerstands. Man kann also den korrosiven Makrozellenstrom zwischen den oberen (anodischen) und den unteren (kathodischen) Stangen messen. Es werden auch die elektrischen Halbzellenpotentiale (ASTM C 876) im Oberflächenteil der Stahlbewehrung



gemessen, um die Korrosionsaktivität im Stahl zu ermitteln. Alle elektrischen Messungen werden einmal pro Woche für 48 Wochen erfaßt.

TESTERGEBNISSE

In den folgenden Grafiken werden die Korrosionsströme (Abb. 2), die Halbzellenpotentiale aus Kupfer-Kupfersulfat (Abb. 3) und die Chloridionengehalte (Abb. 4) illustriert. Es sind auch die entsprechenden Grenzwerte für die Korrosion wiedergegeben.

Die vertikalen Achsen der Grafik zeigen in der Abb. 2 den Korrosionsstrom in Mikroampere in Zeitabständen von vier Wochen für eine Dauer von 48 Testwochen. Es wurde die Abwesenheit von Korrosion für sehr niedrige Ströme bei beiden Betonen (IPANEX® und Microsilica) beobachtet.

Die vertikalen Achsen der Grafiken zeigen in der Abb. 3 die Halbzellenpotentiale für den IPANEX®-Beton in Zeitabständen von vier Wochen von der 16. bis zur 48. Woche, und für den Microsilica-Beton in Zeitabständen von vier Wochen von der 24. bis zur 48. Woche. Die Informationen waren nicht vorher verfügbar, da der Kupfer-Kupfersulfat der Halbzelle nicht zur Verfügung stand. Die elektrischen Halbzellenpotentiale werden gemessen, um die Korrosionsaktivität in der Stahlbewehrung zu ermitteln. Die Bedeutung der numerischen Werte der gemessenen Potentiale (in Übereinstimmung mit ASTM C876) ist folgende:

- Sind die Potentiale eines Bereichs positiver als -0.20 V CSE, besteht eine Wahrscheinlichkeit von mehr als 90%, daß in diesem Bereich zum Zeitpunkt der Messung keine Korrosion im Bewehrungsstahl vorhanden ist.
- Liegen die Potentiale in einem Bereich zwischen -0.20 und -0.35 V CSE, ist die Korrosionsaktivität des Bewehrungsstahls in diesem Bereich ungewiß.
- Sind die Potentiale eines Bereichs negativer als -0.35 V CSE, besteht eine Wahrscheinlichkeit von mehr als 90%, das in diesem Bereich zum Zeitpunkt der Messung eine Korrosion im Bewehrungsstahl erfolgt. Die Halbzellenmessungen liegen sowohl für IPANEX®- als für Microsilica-Beton unterhalb der Schwellenwerte für Korrosion.

Die vertikalen Achsen der Grafik zeigen in der Abb. 4 die Chloridionengehalte in % des Betongewichts nach 48 Wochen Tauch- und Trockenzyklen. Betonprobekörper wurden durch horizontales Bohren (parallel zur Stahlbewehrung) in den angegebenen Tiefen entnommen. Die gezeigten Daten sind die Durchschnittswerte von wenigstens drei Ermittlungen. Alle Chloridionengehalte lagen weit unterhalb der allgemein akzeptierten Korrosionsgrenzwerte.

Am Ende der Tests wurde die Bewehrung aus den Betonplatten entfernt und untersucht. Keine der Stangen zeigte offensichtliche Anzeichen von Korrosion.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Betonarten IPANEX® und Microsilica wurden 48 Wochen lang verglichen. Keine der beiden Betonmischungen hat Testdaten ergeben, die über dem zugelassenen Korrosionsschwellenwert liegen. Dies wird durch das Herausnehmen der Bewehrung und die Untersuchung am Ende der Tests unterstützt. Bei der visuellen Inspektion sind keine Anzeichen von Korrosion festzustellen