ฝ จ ช ผ บ บข ถขป ต9 บข ถถ ถบข ขต บ บ จ ฉ ขข ขตข บ จ+ ข

Effect of bonding agent between concrete and repair materials on time of initial cracking due to corrosion of the reinforcement

ฉถบ 1+ บช ต ฉ2

1,2 ช ธ บ จ จ ฟ จ ต จ ช ข น ด ข ถ ธ ข ถ ถ ข ช ธ ฟ บ

+Corresponding author; E-mail address somjate.k@ku.th

ปธ ต

ปธ บ ช9 บ ข ถ ฉ ฟ ถข จ ขต บ บ จ ฉ ขข ขตข บ จ+ ข ผ ป ธ ปผ ธ น ฟ จ ช ผ บ จ บข ถขป ต9 ธ จฝ ถ ถบข ขต บ บ จ ฉ ขข ขตข บ จ+ ข ต ข ฉ จข จ จ จ บข ถ + ข ธต ป จผ ฐ ข ขตข บ บ จ ช9 ผ ธ ช บตช บ ช ผ บ ช บต จ ผ ธ ช บ จ จ จ ช ผ บ ช บต ต ผ9 บ 2 บฝ ผ ธ Epoxy + บฝ จ ถ ธ ฝ ข ข ฟป ฟ ถข ข ขต บ บ จ ฉ ข ข ขตข บ จ+ ข จถ จธ ธ ข ธต ป ฝ ถขถ จขบ ผ ป ธ บผ ธ ฟ จ ช ผ บขป ต9 ฟป ถ จธ ฝ ต9 ผบธ ช บตช บ ขบ ช ผ บ ช บต ต ผ9 บ 3 บฝ ผ ธ Epoxy + บผ จถ ธ ถบข ขต ช ธ ต จ จ +ผ ถ จธ ต ต9 ผบธ ช บตช บ ธ จข บ ถ จธ ต ต9 ผบธ ช บตช บ ขบ ช ผ บ ช บต จ ผ ธ ช บ จ จ จ ถ ต ป บถ จธ ต ต9 ผบธ ช บตช บ ขบ + ช ผ บ บข ถ ฉ ถบข ขต + ต9 ฎ ช ผ บ บข ถ ต9 บข ถ ข ขต ข บ จ + ข

Abstract

This article focuses on examining of behavior of cracks due to corrosion of rebar and comparing performance of the bonding agent between concrete and repair material affecting the initial corrosion cracking time due to reinforcement corrosion. The experiment simulated repairing with reinforced concrete structures and testing the accelerated corrosion reaction. Testing used repair mortar as the repair materials and latex and epoxy as the bonding agent. The behavior of cracks due to corrosion of the reinforcing steel of the tested samples gave different results. It found that the samples cast with the repair mortar and the epoxy-bonding agent had the slowest initial cracking time when comparing the performance of the bonding agent. The next was the sample cast with a whole specimen of repair mortar material, followed by the samples cast with repair mortar material with latex bonding agent, respectively. The samples cast with repair mortar material without bonding agent have the fastest initial cracking time.

Keywords bonding agent, concrete repair material, reinforcement corrosion

1. ปธบ

ข ขตข บ จ + ข+ผบ บจ บข ขข ฟธ ฎ จ จ จ บข ถ + ข ผ ฎ ข ฟฉ ขข ขตข บ จ + ขข ข ต บ บ + ข บ จ จ บข ถ จฝ ท บข ปข จ จ บข ถ + ข ต จ จ+ขถ จ จ บข ถ + ข ข จ+ผบ จ จ ขธ บ ช จ บ จ ฟ บผ ฉ ช บ ฟ ธ บ ธ บ+ จ จ ท ป บ บข ต ข ช ช จ บ บ บ ถ บ ธ ช บ ข จ ธ ป ข ป จ จ ช บ ต บ ธ จ บ บข ด ข ต ข ข ต ข บ จ + ข บ จ จ บ บ ถ ฉ จ ธ ข ต บ ข ถ)Concrete Removal) ธ ธ ข ต น ข ถ จ ถ ฟ จ จ จ บข ถ + ข ธ ต ป [1] ฟ ต ช ช จ บ บ ข ต ช ช จ บ จ จ จ บข ถ ข ธ บ บข ช ข ธ บ ต ข ด ช ช จ บ ธ ต ป ธ น ฟ จ จ จ บ ต บ ป ป ฉ จ ฟ ต ข ด จ

ข ขตข บฉบข ข ขต จ ฉ บข ถ + ขต นข ถ จ ชบ ข พฉบ ปบฉ จธ จข ป ชข จ)Thick walled cylinder model* พ ผ ป ธ ป พบน จข ฏ ขขป จตบ บ บ ธ ขตข ถ บ จ + ข บ จ จ ต ชขฏ ต)Faraday's Law* [2] ข ต ข ด ข ต จ บข ถ + ขฉ ข บ ฉ+ผบ จข ขตชบ บ ปบ ถข บชบ 9 [3] ข ข ข ป ข ถบข ขต บ บ จ ฉ ขข ขต บ จ+ ข ธ บ บข ถ ถ บถ พถ บข ผ บ ธนพ จข จ ป ฉ ต ต ต 9 ถ ข ขตข บถ จ ข ขข ฉ ขข ขต ขตข บ จ + ข [4] ข ธต จข จ ข ขข บต ผฐข + ฉ ปบฉ จ ฉ ชข ต ต9 บบ 4 ชบต บข ถ ผบธ ถ ฟ ชบต ช ป)Repair Mortar) บฉ ข ธ ชบต + ต)Non-shrink cement grout* ธ ฝ ถ ถบ ขต บ บ ข ขตข บ จ + ข [5] ข ธนพ จ บข ถ 9 + ข ถ ข จ + ข บ บข ถ ถ ธนพ ฉ บ [6]+ผ บถบ ปบฉ จข ข ต ฉข ขตข บฉบทข ข ถ ธน ข บข ต 9 ขบ บข ถ + ข ต ฉ9 ผ บผ ฉฉ9บฉ ข ข ขปข ตข ถบ ข ขตข บฉบ ขตข ถข ขตข บ จ จ บข ถ + ข ถ บ จฉ ขข ธบ ข บ จ + ข ข ถ ตฉ พฉบ ต9 ช ผ บ บข ภธ ผผฉฉ9บ ปถ พ ข ธ ถข ถ ฉข ผบผฉ ฏ จ บธ จฝ ถ ข ต บ ชข บ จ จ ฉ บข ถ + ข ข ข บฉ ถท9 จ พ ถ ฉ ปพ ข จข ขต บ จ ฉ ข ขตข บ + ข ธ บ (Bonding Agent) บต จ ผ ธ ชบ จ (Synthetic Rubber Emulsion) ต ข ธ บผ ผ ธ Epoxy + บฝ ฉถ ธ ขบ ต9 ผบธ ชบต ป)Repair Mortar* บข ผ บ บผ ธ บ จ ช ผ บ (Bonding Agent) บต จ ชบ จ จ จ)Synthetic Rubber Emulsion) ต9 บ 3 บผ ธ Epoxy + บผ ฉถ ธ ขบ ต9 ผ ชบตช ป)Repair Mortar) ธ จฝ ถ ถบข ข บ บ จ ฉ ขข ขตข บ + ข จข ข บฉ ช บข ผ บ บข ถ ข นข ธทขถ จ ขบ พ จ บข ธ ท ชจ บ ตถ บ จ บ บ ท ตข ด

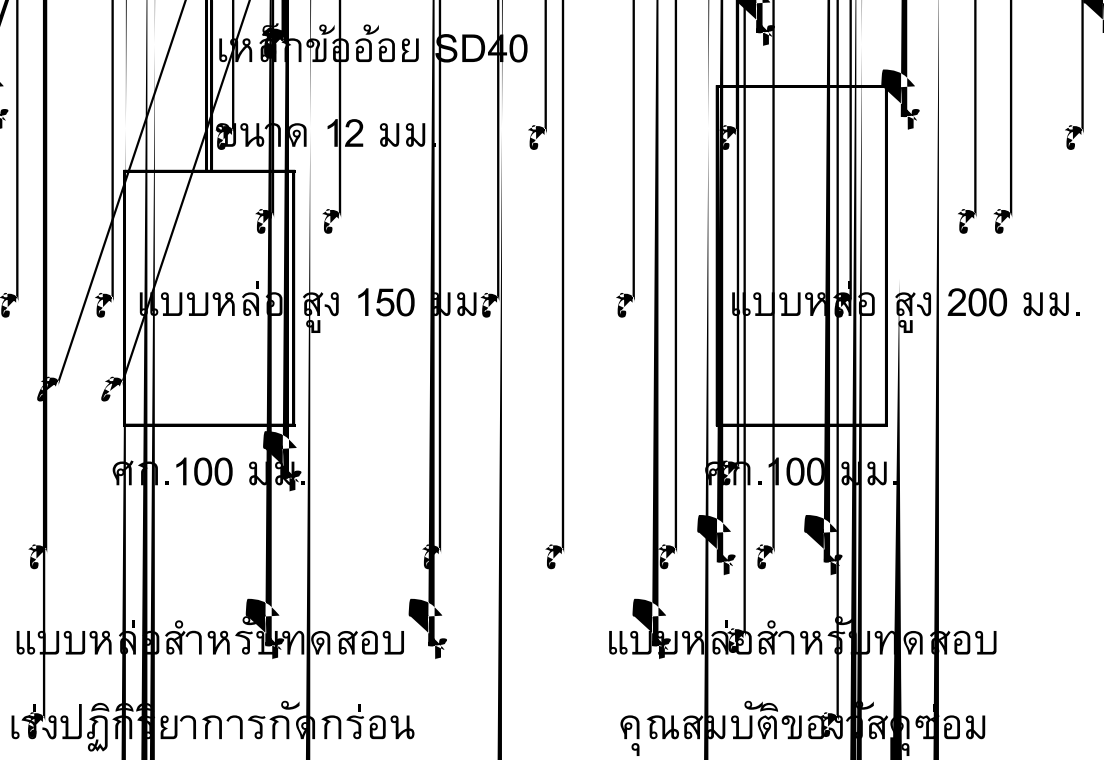
2. นต บบข

2.1 ถ จข ธ ป

ถ จข ธ ปธ ช บข ข ผ ข ข 4 จ ผ ข ป ต ข ปบ ธ จข ป + ข ต9ต ปข ฉผฐข ข ขตข ขต บ ช ผ บ บข

3/2/2 ปบ ธ จข ป ข

บ ต บผ บ บ ข จ 2.1 ถ จ 261 ถ บ ช ถ จพ ฉผฐข ข ขขข บ ขต บ ปบ บ ต บผ บ บ ข จ 2.1 ถ จ 311 ถ ปธต ป 9 ปถ จ ต9 ตจ ตจ บ ผธ 2



ผธ 1 บ ต จ ปป ถ จ บข ถ ผธ จข ป ข

3/2/3 + ข

บ ต 23 ถ ต ถต 361 ถ ตจ ตจ บ ผธ 3



ผธ 3 + ข บ ต 23 ถ 361 ถ

3/2/4 ต9ต ปข ฉผฐข ข ขตข บ ขตบ

ต9ต ปข ฉผฐข ข ขตข บ ขตบ ธ บ ช บ ข ข จบ ต ข ผบธ ถ ฟ ชบตช ป)Repair Mortar)

2.1.4 ช ผ บ บข ถ

ช ผ บ บข ถธ ช บข ธต ป 3 ชบต ต ข
1) ช ผ บ (Bonding Agent) ชบต จ ผ ธ
ชบ จ จ จ)Synthetic Rubber Emulsion)
2) ช ผ บ)Bonding Agent) ชบต ต ผ9 บ 3
บฝ ผ ธ Epoxy + บฝ จถ ธ

2.2 นข ธต ป

2.2.1 ข บฝ ต9 ถ จ ข ฉ จข

จ จ ข ข ถ + ข
บข ฉ จข จ จ บข ถ + ข ช ถ
บฝ จ ต9 ธ ช บข ถ จต จ ต จ + บถ จธ 2
ถ จธ 2 ผ ด บฝ ต9 ธ ช บข ถ จ บข ถ

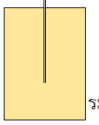
ผ ด บฝ ถ ขป ข ถ)kg/m3)					
ต9	บ	ผบ บถ ผ ถ บต	ป	ต	ต9
บข ถ	286	4: 1	2,181	911	
ผบธ ชบต ช ป	533				2,691

ต ฝ ข ธต ปข จ ต จถ จ ต9 3 ชบต ต ข
บข ถ ผบธ ชบตช ป ฝ ธ ตตจ ต จ + บถ จธ 3

ถ จธ 3 ค ปถ จถ จ)ธ จข ป ข ข/100 / จ 200 /*

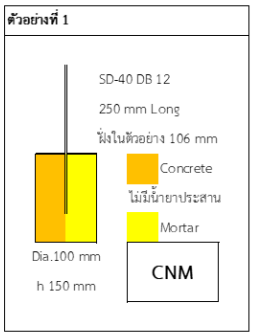
ถ จ ต9	จ ต (kN)	ข จ ป จ ต (kg/cm2)	ต ต ษ (kg/cm2)
บข ถ	195.25	253.49	240,413.83
ผบธ ชบตช ป	125.17	162.51	192,492.60

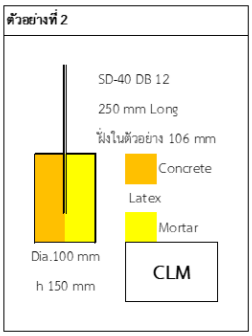
ปข บฝ ต9 ถ จ ข ฉ จข
จ จ บข ถ + ข ต บบข ถ บถ บ ต จบ
2* บข ถ จ บ ปป ธ จข ป ข บ ต บฝ บ
บ ข จ 211 ถ จ 261 ถ จข บ บ บ ต จ ต พจ
+ ข บฝ บ บ ข จ 23 ถ 361 ถ +
ถ จขจข จถ จ 9 + ขถ ขฝ จ จถ จ 55 ถ
ฉ บ บ 4 ถ จ ต จ ตจ บ ผธ 4 บข ถ + จถ บ 35 ช จ
บ ขถ ข ปบ บ ผป บ จบ 4 บ บ บ ฝจ จ

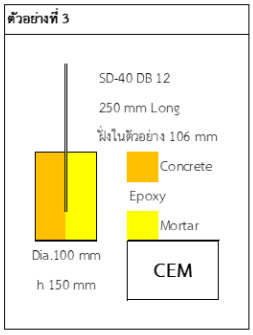


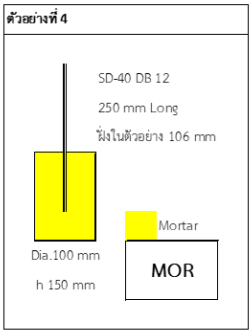
ผธ 4 ผ ปปข พจ + ข บ ปป

3* ถ จ บข ถ จ บธ บ ถ จธ ต ธ ข
ฉ จข บข ถ ต ปจ-ผบ 5 ถ จ ตจ ตจ บ ผธ 5
ตตจบ
ถ จธ 2 ช ต9 บข ถ ผบธ ถ ฟ ชบต
ช ป)Repair Mortar) ถ + ช ช ผ บ บข ถ
ถ จธ 3 ช ต9 บข ถ ผบธ ถ ฟ ชบต
ช ป)Repair Mortar) ช ช ผ บ)Bonding Agent)
ชบต จ ผ ธ ชบ จ จ จ)Synthetic Rubber
Emulsion) ธ ฝ บข ถข บธ ข
ถ จธ 4 ช ต9 บข ถ ผบธ ถ ฟ ชบต
ช ป)Repair Mortar) ช ช ผ บ)Bonding Agent)
ชบต ต ผ9 บ 3 บฝ ผ ธ Epoxy + บฝ จถ ธ
ธ ฝ บข ถข บธ ข
ถ จธ 5 ช ต9 บข ถ ผบธ ถ ฟ ชบต
ช ป)Repair Mortar) ฟ จ จ ต









ผธ 5 ผ ปป จถ จธ ช บข ฉ จข บข ถ
ธ ข ธ ช ผ บ บข ถ จปบฝ บข ถ
ตจ ตจ บ ผธ 6 ธ จ + ถ จ ช ผ บ ถ
ชบต บ ถ จธ ต ปป ธ ข ถ จ ข จข บ
ต ผบธ ถ ฟ ชบตช ป)Repair Mortar) ผบธ
+ จถ ป 35 ช จ บ ขถ ข ปบ บ ผป บ จบ 39 บ
บ บ ฝจ จ ตจ ตจ บ ผธ 7



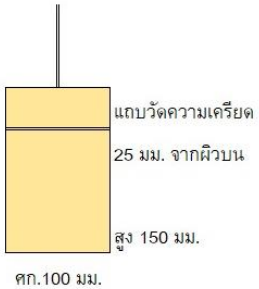
ผธ 6 ถ จธ ต จฉ ขธ ช ผ บ บข ถ ปป+ธ ช
ผ บ บข ถ ธ ตผ บ 3 ชฝ ผ ธ Epoxy + บฝ
จถ ธ ธ จ ผ ธ ชบ จ จ จ
)Synthetic Rubber Emulsion) ถ ตป) ผ *



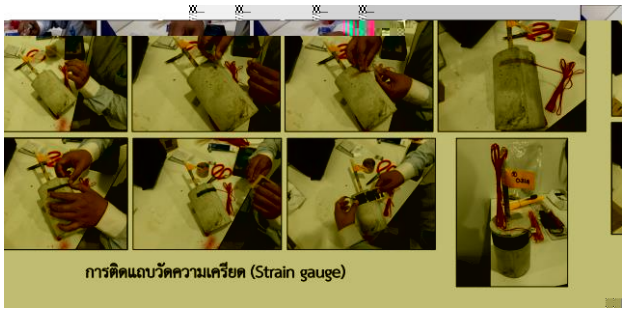
ผธ 7 ถ จธ ต จฉ ขธ ข ฉ จข

2.2.2 ข ธต ป จผฐข ข ขตข บ ขต บ

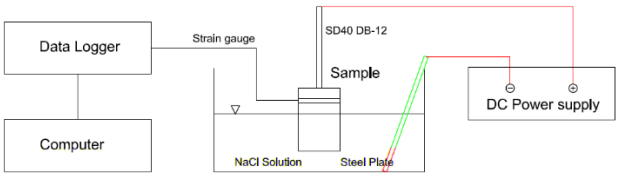
จฉ ขธป ถ จ บข +ผบ 28 บ บ ถ จ ถตถจ ทป
ต ต)Strain Gauge) ต ปฝ ถ จ บถ บจธ 25
ถ ฉ ขฝ ปข ตจ ตจ บ ผธ 8 ผธ 9 ฟ ช บข ต
ข ถ จฝ ถ จ ด จผฐข ข ขตข บ ฟ ขต บ
ช จ + ข ต +



ผธ 8 ข ถตถจ ทป ต ต ฟ ตข ถ



ผธ 9 บถ บข ถตถจ ทป ต ต (Strain gauge)
ฉ ขบบบ ถ จ ผธ ต ปข จผฐข ข ขตข บ ฟ ขต
บ บ + ข ต ข ถ จฉ ข + ถ จ ข 15 ถ
ฉ ข จฉ + บ ป ขถ ขป + ข ภาพ ปถ ขป
ฝบ + ข ต ถตถจ ถ ถ จถ บบ บช ขป จฉ ฟ +ขป
ข + ช ถ ตข ธ ต ป บ ถ ภาพ จ ช บ ต
+ต บ 6 ต ถ ทป ต ตธ ถตถจ บบ ข บ
ถ จ ขป จ-ขป)Data Logger) จ ผ จ ฏ ฏ ด+ผ บ
ข ถ จถ จฝ บ ผ ข DCS 100 A ต ช จ
ฟ ป บธ ข + จ ขถ ขต ภาพ ข บ
ถ จ ถ ข บ ตจ ตจ บ ผธ : ผธ 21



ผธ 9 จฉ จผฐข + ภาพ
ฟ จผฐข ข ขตข บ จ + ข



ผธ 10 ข ธต ป จผฐข + ฟ จข ขต บ บ + ข ภาพ
บข ธต ป จผฐข ข ขตข บ ขต บ บฉ ฟฉ ด
ถบข ถข จ บข ถ ฉ ขข ฟบน จ
ตขป ธ ตฉ ขข ธต ป จผฐข ข ขตข บ ขต บ

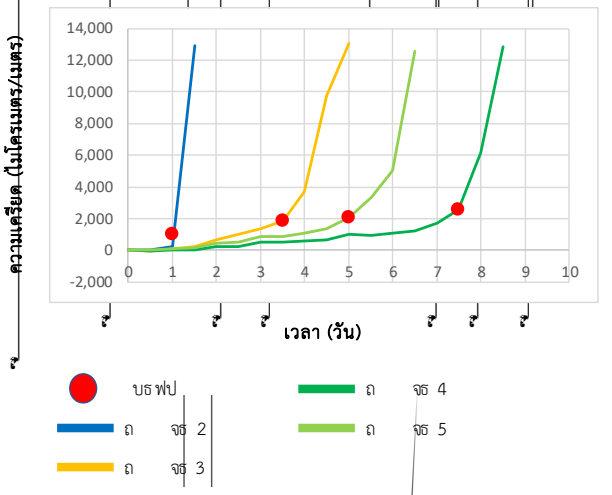
ต ฟฉ ด ด ฉ ธ ต ฟ บ ปปชปฟ บ ฉ ธ ต 9 ต ผบธ ชบตช ป ช ผ บ ข ถ
ขตข ผ ผ จ ชบ จข ข บธฉ ถข ธ ตผ ด 3,111 + ถ 0 ถ ตจ ตจ
บ ผธ 22

3. ฝ ข ธ ต ป ฝ

4/2 ฝ ข ฟ ถข จข ขต บ บ จ ฉ ขข ขตข บ จ + ข

ฉ ขข ฉ จข จ จ บข ถ + ข ข จ ข ขตข บต + ฟป ข ขต ข บ บ ฝ ฉ ขข ขตข บ จ + ข จถ จ ฉ บ บ 5 ถ จ ฟ ถข จข ขต + ธ ต ผบ ต 9 ถ จธ 2 ถ จธ 3 ถ จธ 5 ถ จธ 4 ถบข ขต ธ 42, 95, 231 291 ช จ ถ ตป ตจ ตจ + บถ จธ 4 ถ จธ 4 ผ 9 ถบข ถข จถ จธ จ 4 ถ จ

ฉ จ ธ	ต	ถบข ขต)ช จ*
1	บข ถ ผ บธ ชบตช ป	31
2	บข ถ ช ผ บชบต จ ผ ธ ชบ จ จ)Synthetic Rubber Emulsion)+ผบธ ชบตช ป	84
3	บข ถ ช ผ บชบต ต ผ 9 บ 2 บฝ ผ ธ Epoxy + บฝ จถ ธ +ผบธ ชบต ช ป	180
4	ผบธ ชบตช ป	120



ผธ 21 ข ข ผ ป ธ ปผ ธ น ฟ จ ช ผ บ
ขป ต 9 ธ จฝ ถ ถบข ขต
บ บ จ ฉ ขข ขตข บ จ + ข
ฝ ข ฟ ถข จข ขต ข ผ ป ธ ป
ผ ธ น ฟ จ ช ผ บขป ต 9 ธ จฝ ถ
ถบข ขต บ บ จ ฉ ขข ขตข บ จ + ข ตจข
ช + ป ข จ จ บ ถ + ข ต ช ต 9
บข ถ ผบธ ถ ฟ ชบตช ป)Repair Mortar) ช
ช ผ บ)Bonding Agent) ชบต ตผ 9 บ 3 บฝ ผ ธ
Epoxy + บ จถ ธ ผ ธ น ฟ ข ตข
ข ต ต 9 ต ผบธ ชบตช ป) + ข *
ข ต ต 9 ช ข ถ ผบธ ถ ฟ ชบตช ป
)Repair Mortar) ขป ช ผ บ)Bonding Agent) ชบต
จ ผ ธ ช จ จ จ)Synthetic Rubber
Emulsion)
ผ บ ธ ปฟ ถข จข ขต ผ ธ น ฟ จ
ช ผ บขป ต 9 ธ จฝ ถ ถบข ขต
บ บ จ ฉ ขข ขตข บ จ + ข ขปธ ฏ จ บ ฉ ธ
ข ฟป ผ ธ น ฟ จ ช ผ บฉ จฝ ฟ ถข
จข ขต จ ต 9 น ข ถ ผบธ ฉ ฟ ชบตช ป
)Repair Mortar) ช จ ต จบบ ข ช ผ บ บข
บข ถ + ขต ต 9 บ ข ถ ผบธ ฉ ฟ ชบตช ป
)Repair Mortar) ผ ธ น ฟ ข บ

3.2 ฝ ข ผ ป ธ ปผ ธ น ฟ จ ช ผ บขป ต 9
ธ จฝ ถ ถบข ขต บ บ จ ฉ ขข ขต
ข บ จ + ข

ฉ ขฝ ข ฟ ถข จข ขต บ บ จ ฉ ขข
ขตข บ จ + ข บ ผ ป ธ ปผ ธ น ฟ จ ช
ผ บขป ต 9 ธ จฝ ถ ถบข ขต
ฟป ฟ ถข จข ขต จถ จ บข ขต
ธ ถข จข ขบ ต ต 9 ต ผบธ ชบตช ป
ช ผ บ)Bonding Agent) ชบต ตผ 9 บ 3 บฝ ผ ธ
Epoxy + บฝ จถ ธ ขต ช ธ ต ถ ต 9
ต ผบธ ชบตช ป) + ข * ต 9 ต ผบ
ธ ชบตช ป ช ผ บ)Bonding Agent) ชบต จ
ผ ธ ช จ จ จ)Synthetic Rubber Emulsion)
ต 9 ผ ผบธ ชบตช ป + ช ผ บ ต ต 9
ต ผบธ ชบตช ป ช ผ บ ข ถ
ข บธ ฉ ถข ธ ตผ ด 2,111 + ถ 0 ถ

4. ปธ ธ

ข จ จ บข ถ + ข ต ช ช ผ บ
)Bonding Agent) ชบต ตผ 9 บ 3 บฝ ผ ธ Epoxy +

บฟ จถ ธ ธ ฝ บข ถข บ ช ต9 บข ถ ผบ ธ ถ ฟ ซบตช ป ผ ธน ฟ บข ตข ข ต ข ซ ต9 บ ต + ข ตข ข ต ต9 บข ถ ผบธ ถ ฟ ซบตช ป)Repair Mortar) ขป ซ ผ บ)Bonding Agent) ซบต จ ผ ธ ซบ จ จ จ)Synthetic Rubber Emulsion) ถ ตป ปข ต + ข ช ต ช ผ บ ผ ธน ฟบ ธ ต

ข จ จ

[1] ข น นข ฝจ จ/3662/ ถ *บผ ธปถ บข บข ถ)ฟ ฟ จธ 2*/ บข ข จ จ จ บ ปป ข น นข ฝจ จ/

[2] El Maaddawy, T., & Soudki, K. (2007). A model for prediction of time from corrosion initiation to corrosion cracking. *Cement and concrete composites*, 29(3), 168-175.

[3] Lu, C., Jin, W., & Liu, R. (2011). Reinforcement corrosion-induced cover cracking and its time prediction for reinforced concrete structures. *Corrosion Science*, 53(4), 1337-1347.

[4] บช ต ช ฉ ด /)3669*/ข ข ธต จ ถบ ข ขต บ บ จ ฉ ขข ขต บ จ+ ข ธ บ บข ถ ถ บถ ฟ ถ/ ช ข บข ถ ผ ธ ธ , ฟ/ /2558, บ 28.34/

[5] ฟ ฟบน พธ ข9/)366: */ ธ บฟ จ ช ปถ จ ต9 บข ถถ ถบข ขต บ บ จ ฉ ข ข ขต ข บ จ/ + ข / ธ บฟบน ตปผ ฏ ธ ธ ข ถ ถ , ข ธ ฟ บ /

[6] ผ บธ ปช ตช/)3673* ธ บฟ จ 9+ ข ช ข + จ จ+ ข บ ข ถ ถ ธ บฟ จ บ/ ธ บฟบน ตปผ ฏ ธ ธ ข ถ ถ , ข ธ ฟ บ /