

鋼筋混凝土的防蝕劑 (JIS日本工業規格)

鄭俊彥譯

(JIS 日本工業規格)

鋼筋混凝土用防銹劑 A6205 ~ 1982

1. 適用範圍：

本規範係在一般混凝土①中，以鋼筋混凝土用防銹劑（以下簡稱防銹劑）作為混合材料之規格。

註①：不含高壓蒸氣養生之混凝土。

備考：本規格中註有 { } 以表示之單位或數值為國際單位 (Si)，供參考。

2. 用語之定義：

為抑制混凝土中因含有氯化物作用而腐蝕鋼筋之混合材料，稱為防銹劑。

3. 品質：

防銹劑依第五款方法試驗，所得結果必須符合表 1. 之規定。

表 1.

試驗項目	規 定			試驗方法
鋼筋之塩水浸漬試驗	無腐蝕			按 5 (1) 之方法
混凝土中鋼筋之促進腐蝕試驗	防蝕率 95 % 以上			按 5 (2) 之方法
混凝土之凝結時間及壓縮強度試驗	凝結時間差	始凝	±60分	按 5 (3) 之方法
		終凝	以 內	
	壓縮強度比	7 日	0.90 以上	
	28 日			

4. 試料：

試料之數量及採取方法，得按買賣雙方之協議規定之。

5. 試驗：

試驗應依據防銹劑製造廠商指定之標準使用量（以下簡稱標準使用量）進行。

(一) 鋼筋之塩水浸漬試驗：試驗方法詳附錄 1。

(二) 混凝土中之鋼筋之促進腐蝕試驗：試驗方法詳附錄 2。

(三) 混凝土之凝結時間及壓縮強度試驗：

(1) 試驗體：有無含防銹劑各三個。

(2) 使用材料及試驗體之製作：依據 JISA 6204 (混

凝土用化學混合劑) 之規定，唯不得添加塩分。

防銹劑之用量應依製造廠商指定之標準使用量，

包括在用水量中，即單位水量中含有防銹劑量。

(3) 試驗方法：應依 JIS A 6204 之 5.6.5 及 5.6.

6. 之規定。唯壓縮強度試驗之材齡定為 7 及 28 日兩種。

(4) 紀錄：含混凝土使用材料、配合、坍度以及試驗結果。

6. 檢 查：

防銹劑之檢查，應依合理之抽樣檢查方法，按第 5 款規定之試驗方法項目，以能符合第 3 款之規定者為合格。

7. 標 註：

防銹劑包裝容器上須標註下列各項。

(1) 名稱。

(2) 標準使用量。

(3) 淨重。

(4) 製造廠家名稱或其簡稱。

(5) 製造年月日。

附錄 1. 鋼筋塩水浸漬試驗法 A6205 ~ 1982

1. 適用範圍：

本附錄為規定鋼筋混凝土用防銹劑之塩水浸漬試驗方法。

2. 試驗用器具：

2.1. 測定用容器：使用 500 ml 玻璃燒杯。

2.2. 秤：原則上應使用精度必須為稱量 100g，靈敏度逾 0.1 % 者。

2.3. 直流電位差計：應為 JIS Z 8805 (PH 測定用玻璃電極) 6.1.1. 款規定之高輸入阻抗電表。

2.4. 比較電極：應使用 JIS Z 8805 之 4.2. 款規定者。

3. 塩分溶液及試驗用塩水：

3.1. 使用材料：

3.1.1. 藥品：藥品應為附錄 1. 表 1. 所示之 1 級或特級品。

附錄 1. 表 1.

藥品名稱	日 本 工 業 規 格
氫氧化鈣	JIS K 8575 [氫氧化鈣 (試劑)]
氯化鈉	JIS K 8150 [氯化鈉 (試劑)]
氯化鎂	JIS K 8159 [氯化鎂 (試劑)]
硫酸鈉	JIS K 8987 [硫酸鈉 (無水) (試劑)]
氯化鈣	JIS K 8123 [氯化鈣 (無水) (試劑)]
氯化鉀	JIS K 8121 [氯化鉀 (試劑)]

3.1.2. 水：水應符合 JIS K 0050 (化學分析通則) 9 款之規定。

3.2. 塩分溶液之調製：

3.2.1. 塩分溶液：塩分溶液必須于每次試驗時調製，各藥品應依照附錄 1.表 2.所規定之質量數量溶化爲總量 1 ℓ 之水溶液。

附錄 1.表 2.

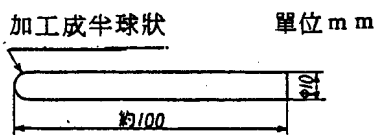
藥品名稱	質量 g
氯化鈉 (NaCl)	24.5
氯化鎂 (MgCl ₂ · 6H ₂ O)	11.1
硫酸鈉 (Na ₂ SO ₄)	4.1
氯化鈣 (CaCl ₂)	1.2
氯化鉀 (KCl)	0.7

3.2.2. 試驗用塩水：先以測定用容器裝水 250ml，次按 3.1.1. 款之規定調配之塩分溶液 203ml，再加氫氧化鈣 3 克後攪拌之，最後加所定防銹劑量 ①，一面攪拌，一面加水至全量達 500ml 爲止。
註①：防銹劑之所定量按下式求之。

$$\text{所定量} = \text{標準使用量} \times 500\text{ml} / 180 \ell / \text{m}^3 \text{ 或 } \text{Kg} / \text{m}^3$$

4. 鋼筋：

4.1. 材質、形狀及尺寸：鋼筋必須具有 JIS G 3108 (研磨用棒鋼用一般鋼材) 之 SGD，規定之材質，JIS G 3123 (研磨用棒鋼) 規定之圓形 10mm 鋼筋，長約 100mm，其一端應加工爲半球狀者，如附錄 1.圖 1.所示。



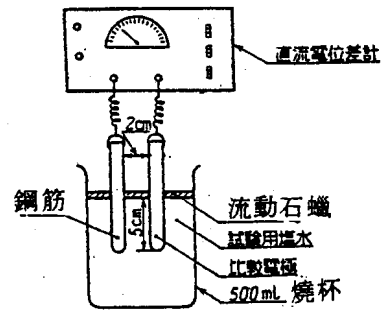
附錄 1.圖 1. 鋼筋之形狀及尺寸

4.2. 鋼筋之表面處理：鋼筋在試驗前，應按 JIS R 6252 (研磨紙) 規定之 600 號研磨紙研磨之，並以 JIS K 8034 [丙酮 (試劑)] 規定之丙酮脫脂。另若擬儲存時，應置於乾燥器中保存之，試驗時取出以丙酮脫脂後試驗之。

5. 試驗方法：

5.1. 鋼筋之設置：將鋼筋與比較電極浸入按 3.2.2. 款之規

定調配之塩水中約 5 cm 長，兩者間隔約 2 cm，並固定之。俟鋼筋表面確無氣泡附着時，以 JIS K 9003 [流動石蠟 (試劑)] 規定之流動石蠟倒入溶液表面，將之封頂，如附錄 1.圖 2.所示。



附錄 1.圖 2. 試驗參考圖

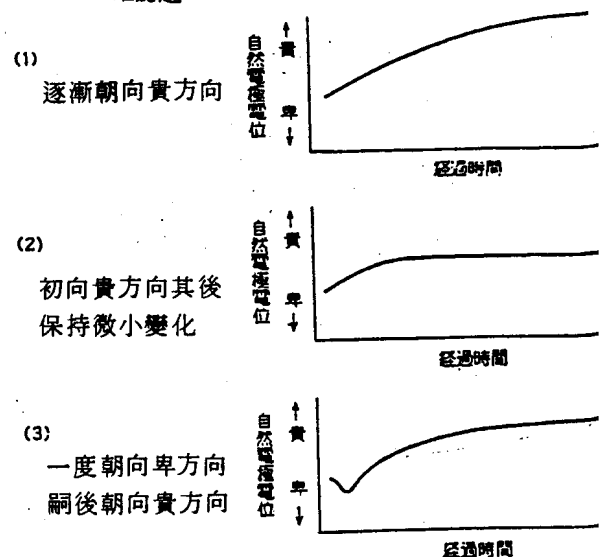
5.2. 試驗次數：試驗應製作按 3.2.2. 款調製之 500ml 之試驗用水 3 組。

5.3. 觀察及測定：鋼筋表面有否發生腐蝕，由燒杯外以目測方式觀察，同時測定自然電極電位 (mV)，觀察及測定之時間原則上規定爲 1、3、6 小時，1、2、3、4、5、6 及 7 日。

5.4. 腐蝕之確認：如發生下列情況，即視爲發生腐蝕。

- (1) 在試驗塩水中鋼筋之任何部份發現有黃色、赤茶色、黑色等之斑點時。
- (2) 試驗用塩水發生顏色變化或生有沈澱物時。
- (3) 自然電極電位—時間曲線與附錄 1.圖 3.所示之樣式不同②時。

註②：適用於陽極型防銹劑，若爲陽極型以外之防銹劑，應明示其作用行爲之分類 (如陰極型、混合型等)，進行他種電氣化學性試驗後確認之。



附錄 1.圖 3. 自然電極電位—時間曲線 (例圖)

5.5.研判：就3組試驗體研判確均無腐蝕現象發生。

6.報告：報告須含下述各項

- (1)防銹劑之名稱。
- (2)標準使用量。
- (3)製造年月日。
- (4)腐蝕之有無。

附錄2. 混凝土中之鋼筋之促進腐蝕試驗方法（如下圖）

1.適用範圍：

本附錄為規定鋼筋混凝土用防銹劑對混凝土中鋼筋之促進腐蝕試驗之方法。

2.腐蝕試驗裝置：

腐蝕試驗裝置採用高壓蒸氣裝置，必須能在溫度約180℃又壓力①約為10 Kg.f/cm² { 0.9807MPa }之飽和蒸氣下，保持5小時以上之裝置。

註①：係指一般表壓力。

3.試驗體：

3.1.試驗體之種類及個數：試驗體之種類及個數，應照附錄2.表1.所示。

附錄2.表1.

種類			個數
混凝土之記號	塩分量②%	有無摻防銹劑	
P 0.04	0.04	無	3
P 0.2	0.2	無	3
I 0.2	0.2	有	3

註②：附混凝土中之細骨材之塩分（NaCl換算）之質量百分率。

3.2.使用材料：

3.2.1.水泥：水泥採用JIS R 5210（波特蘭水泥）規定之普通波特蘭水泥。

3.2.2.骨材：骨材原則上採用潔淨、良質河川之砂及小卵石，如用碎石，則必須符合JIS A 5005（混凝土用碎石）之規定，另粗骨材必須全數通過15mm篩③。

註③：指JIS A 1102（骨材之篩分試驗）規定之篩。

3.2.3.水：水應採用自來水。

3.2.4.塩分溶液：塩分溶液應按附錄1.之3.2.1.款之規定調製者。

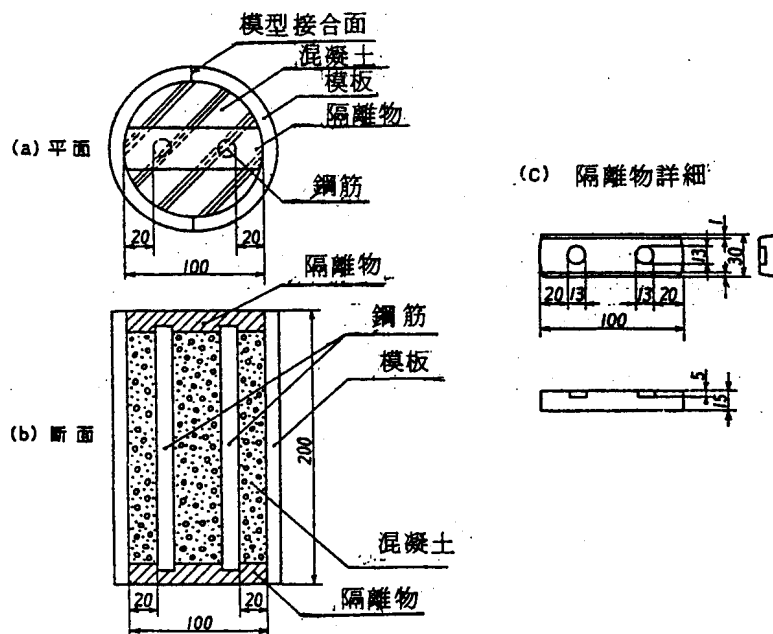
3.2.5.鋼筋：鋼筋採用符合附錄1.之4.1.款規定之13mm圓鋼筋，裁切成長178 ± 2mm，兩端加工磨光。鋼筋之表面處理，應依附錄1.之4.2.款之規定。

3.3.試驗體之製作：

3.3.1.混凝土試驗體之形狀、尺寸及鋼筋之配置：混凝土試驗體以φ100 × 200mm之模型板製作，鋼筋2支應以隔離物〔附錄2.圖1.之(c)〕，按附錄2.圖1.所示配置，以保持200mm厚之保護層。

附錄2. 試驗體

單位：mm



3.3.2. 混凝土之配合：混凝土採用 3.2.1.~3.2.5.款規定之材料，依附錄 2.表 2. 規定各項條件配合之。

附錄 2.表 2.

混凝土之記號	鹽分量 ②%	水灰比 Kg/m ³	單位 水泥重 Kg/m ³	單位細 骨材量 Kg/m ³	單位 水 量		
					水 Kg / m ³	鹽分溶液 Kg / m ³	防 銹 劑 Kg / m ³
P0.04	0.04	60	300	800	170.3	9.7	無
P0.2	0.2	60	300	800	131.5	48.5	無
I0.2	0.2	60	300	800	所定量④	48.5	標準使用量

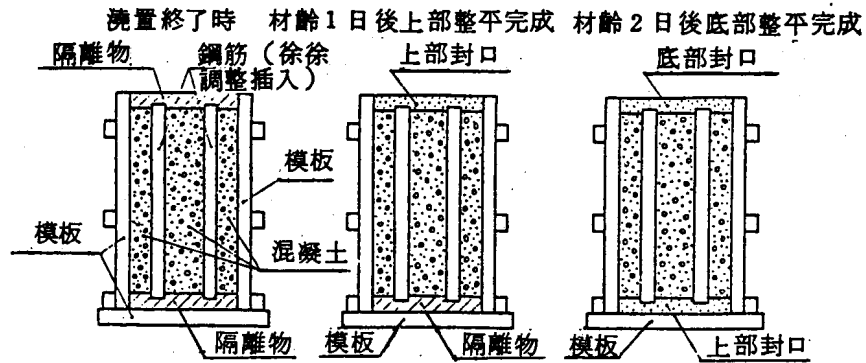
註④：水之所定量即為單位水量 180Kg / m³ 中扣除鹽分溶液量及防銹劑量之餘數。

3.3.3. 混凝土之製法：混凝土應依 JIS A 1138 (試驗室中製造混凝土之方法) 之 4 款之規定製造，並依 JIS A 1101 (混凝土之坍度試驗方法) 計測其坍度。

3.3.4. 混凝土之澆置：混凝土應依 JIS A 1132 (混凝土強度試驗試體製造法) 之 4.3.1. 款之規定澆置。

3.3.5. 壓縮試體頂面之整平：壓縮試體頂面之整平，應採用水灰比 27 ~ 30 % 之水泥漿為之，整平之方法，應依附錄 2.圖 2. 所示，於材齡 1 天時除去上層隔離物，用以上水泥漿仔細填充，材齡第二天時，倒置試體，照上法，拆除隔離物，填充水泥漿。

附錄 2.圖 2. 試驗體之製作 (例)



3.3.6. 養生：養生溫度定為 20 ± 3℃，試體材齡滿 3 天時脫模，即裝入塑膠袋等袋以防乾燥，養生 7 天。

4. 試驗方法：試驗應依下述次序進行。

(1) 高壓蒸氣試驗：(參見附錄 2.圖 3.)

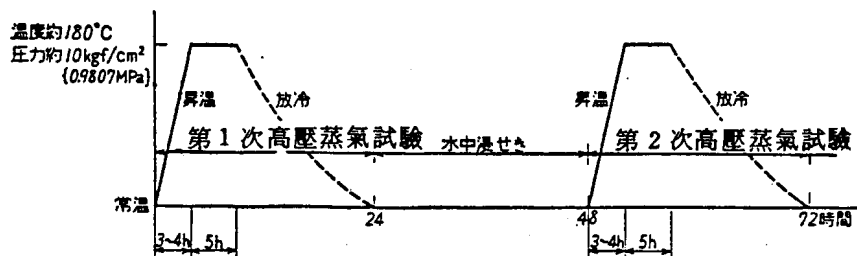
(a) 將養生終了之試體置入高壓蒸氣密閉裝置內，經 3 ~ 4 小時升高溫度至約 180℃，壓力約 10 Kg. f /

cm² { 0.9807MPa }，保持 5 小時。

(b) 俟(a)項操作完成後，停止加熱，使之自然冷卻。

(c) 自高壓蒸氣試驗開始約經 24 小時後，取出試體，浸入 20 ± 3℃ 水中約 24 小時。

(d) 二度進行(a)及(b)之操作，即第二次高壓蒸氣試驗開始後約經 24 小時後，取出試體。



附錄 2.圖 3. 高壓蒸氣試驗條件

(2)鋼筋之取出：割裂試體，取出鋼筋。

(3)腐蝕面積之測定：

(a)於鋼筋表面，覆以透明薄片，印出或臨模出腐蝕部份，再以適當方法求其腐蝕面積 (mm^2)。

(b)以鋼筋長方向之中心，向兩端各80 mm，合計160mm之部份，作為測定範圍。

(4)防銹率：防銹率以下式求之

$$\text{防銹率}(\%) = \frac{\sum P0.2 - \sum I0.2}{\sum P0.2} \times 100$$

式中 $\sum P0.2$ ：P0.2中之鋼筋6支合計之腐蝕面積 (mm^2)

$\sum I0.2$ ：I0.2中之鋼筋6支合計之腐蝕面積 (mm^2)

(5)再試驗：當防銹率低於95%，且記號P.04 混凝土中鋼筋6支合計之腐蝕面積逾20 mm^2 時，應再作試驗。

5.報告：報告書應按下列各項進行。

- (1)防銹劑名稱。
- (2)標準使用量。
- (3)製造年月日。
- (4)水泥、骨材之種類及品質。
- (5)混凝土之配合及其坍度。
- (6)防銹率(%)。

引用規格：

- JIS A 1101 混凝土坍度試驗法
- JIS A 1102 骨材篩分試驗方法
- JIS A 1132 試驗混凝土強度之試體製法
- JIS A 1138 試驗室中混凝土製法
- JIS A 5005 混凝土用碎石
- JIS A 6204 混凝土用化學摻料
- JIS G 3108 研磨棒鋼用一般鋼材料
- JIS G 3123 研磨鋼棒
- JIS K 0050 化學分析通則
- JIS K 8034 丙酮(試劑)
- JIS K 8121 氯化鉀(試劑)
- JIS K 8123 氯化鈣(無水)(試劑)
- JIS K 8150 氯化鈉(試劑)
- JIS K 8159 氯化鎂(試劑)
- JIS K 8575 氫氧化鈣(試劑)
- JIS K 8987 硫酸鈉(無水)(試劑)
- JIS K 9003 流動石蠟(試劑)
- JIS R 5210 波特蘭水泥
- JIS R 6252 研磨紙
- JIS Z 8805 pH 測定用玻璃電極

JIS A 6205 - 1982

鋼筋混凝土用防銹劑 解說

前言：由於河川砂料之枯竭，使用海砂日增，若其含鹽分超過某一程度，將使鋼筋起腐蝕，必須妥善預防。為抑制混凝土中鋼筋因鹽分引起之腐蝕，故有防銹劑之開發，使海砂亦能成為有效利用資源。本規範即針對此目的而制定者。

以上主文及附錄主要內容之說明：

1.主文：

(1)適用範圍中剔除高壓蒸氣養生之混凝土，其理由：高溫蒸氣養生之鋼筋混凝土，于養生後鋼筋進行腐蝕之情況尚欠明瞭，故予剔除。

唯對一般之高溫蒸氣養生，在編擬 JIS 原案時，曾作廣泛實驗，結果顯示防銹劑之效果相當良好，故判斷為在適用範圍內。

2.附錄1

(1)3.2.鹽分溶液之調製：

3.2.1.鹽分溶液：鹽分溶液規定在實驗時調製，但各藥品溶解後，其化學性質均甚穩定，故如將之密封，保存2~3個月應無問題。

唯當照附錄2之4(5)款之規定再試驗時，鹽分溶液必須重新調製。

3.2.2.關於試驗用鹽水之調製：為配置500 ml之試驗用鹽水時，鹽分溶液之添加量及防銹劑之所定量，依下法求得。

(i)鹽分溶液添加量(203 ml)之計算：設定條件如次：

(a)使用材料之單位量，按一般使用如下配合比之混凝土為對象。

單位水量 $180 \text{Kg}/\text{m}^3$ ，單位細骨材量 $800 \text{Kg}/\text{m}^3$ 。

(b)細骨材中所含鹽分，以氯化鈉(NaCl)換算，設為0.3%。

(c)鹽分溶液中之鹽分，以氯化鈉換算為3.27%，計算如下：

細骨材中含有鹽分量，換算為拌合水之鹽分濃度則為：

$$800 \text{Kg}/\text{m}^3 \times 0.3\% / 180 \text{Kg}/\text{m}^3 = 1.33\%$$

放試驗用鹽水500ml中應添加之鹽分溶液量，可從鹽分濃度比求得，即：

$$500\text{ml} \times 1.33\% / 3.27\% = 203\text{ml}$$

(i) 防銹劑所定量之求得：防銹劑所定量視製造廠家指定之標準使用量而定，依單位水量 180 Kg/m^3 及試驗用塩水量 500ml 之比求之，故得

$$\text{防銹劑之所定量} = \text{標準使用量} \times 500\text{ml} / 180\text{kg/m}^3 \text{ 或 } \text{kg/m}^3$$

例：設標準使用量為每 m^3 混凝土 3 l 時：
 $3 \text{ l/m}^3 \times 500\text{ml} / 180 \text{ kg/m}^3 = 8.3\text{ml}$

- (2) 5.1. 鋼筋之設置：關於塩橋之採用；同時試驗 3 個試驗體，使用 3 支比較電極，亦可以代之以 1 支比較電極，利用塩橋引出方式進行，唯必須注意氯化鈣由塩橋漏出情事。
- (3) 5.4. 腐蝕之確認之(3)：目前市面上銷售之防銹劑均為陽極反應抑制型。優良之陽極反應型防銹劑之自然電極電位—時間曲線將如附錄 1. 圖 3. 之型式。但若某防銹劑合于其他試驗之規定而不符附錄 1. 圖 3. 之型式，可能為非陽極型防銹劑，則須以分極阻抗法、定電位陰分極法等其他方法予以確認之必要。

3. 附錄 2.

(1) 促進腐蝕試驗方法，曾以高壓蒸氣試驗，乾濕往復試驗以及連續高溫高濕試驗作檢討，結果規定採用高壓蒸氣試驗，其理由如次：

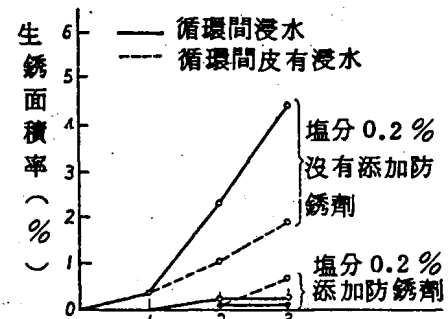
- ① 試驗期間相當短。
- ② 一般調配之混凝土即可試驗。
- ③ 可用一般之混凝土用高壓蒸氣裝置。
- ④ 鋼筋兩端之防銹容易。

另以本促進腐蝕試驗與實際情況有所差異，實際之結構物，不可能處於如此苛酷之狀態，故本試驗可說為過保守之試驗。

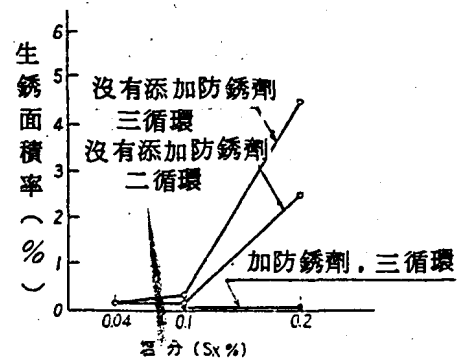
- (2) 3.1. 塩分量之水準，定為 0.04% 及 0.2% 之理由：
 塩分量 0.04% 同 JIS A 5308 (預拌混凝土) 之附錄 1 建築用普通細骨材之品質規定。
 塩分量 0.2% 為考量同上 JIS 之土木用細骨材及建築用普通細骨材之允許限度 0.1% 之 2 倍。確為促進鋼筋腐蝕之塩分量，故予採用。
- (3) 3.3.2. 混凝土之配合：骨材原則上採用河川砂及河川小卵石，唯若採用碎石時，為改善混凝土稠度，可酌增加細骨材率，但單位水泥量、水量及塩分溶液量，仍應為附錄 2 表 2 所示之值。
- (4) 4. 試驗方法：有關高壓蒸氣試驗條件之設定，係經驗

下述各項之結果而規定之。

- (a) 高溫保持時間：經比較高溫保持時間 5 小時及 15 小時之結果，確認高溫之保持時間長短影響不大。
- (b) 高壓蒸氣處理次數：處理次數增加，可使腐蝕急速增加 (參見解說圖 1.)，處理二次應已足夠。
- (c) 高壓蒸氣處理循環過程中，試體浸水者較未浸水者，可促進生銹 (參見解說圖 1.)。
- (d) 塩分量：塩分 0.04% 者試驗循環 3 次， 0.1% 者循環 2 次， 0.2% 者循環 1 次，三種情況均生銹，可知塩分對生銹之影響大 (參見解說圖 2.)。
- (e) 防銹劑之效果：使用防銹劑，確可抑制生銹 (參見解說圖 2.)。



解說圖 1



解說圖 2

- (5) 4.3. 腐蝕面積之測定：將透明薄片覆在鋼筋上印出或臨摹出生銹部份，再量測腐蝕面積，其量測方法如下：
- ① 以 1 mm^2 方格紙，蓋在透明薄片上，計數方格數目。
 - ② 直接在已測繪出之透明薄片上或將其以適當方

法複印於複印紙上，以面積儀量計，或將腐蝕部份剪下以化學用天平秤其重量，與原透明薄片或複印紙重量比較再換算為面積。

③以能識別白、黑色濃淡差別之自動面積測定儀計測。

(6) 4.4防銹率：關於腐蝕效果之表示法，經過種種之檢討，將其定義如下：即塩分量 0.2% 未添加防銹劑之生銹面積 ($\Sigma P_{0.2}$) 扣除塩分量 0.2% 添加防銹劑標準使用量時之生銹面積 ($\Sigma I_{0.2}$) 即 ($\Sigma P_{0.2} - \Sigma I_{0.2}$)，再以 $\Sigma P_{0.2}$ 除得之值

稱為防銹率，採用於規範中。據此如因採用防銹劑致生銹面積減少，則防銹率將趨近於 100%。

(7) 4.5再試驗：本促進腐蝕試驗係針對塩分量時以判定防銹劑之效果，其腐蝕程度應與塩分量 0.04% 為基準時相若為前提。故防銹率低於 95% 而不合格時，若塩分量 0.04% 者發現相當量之腐蝕現象時，可能使用材料或試驗條件存在有某種問題，因此塩分量 0.04% 未加防銹劑而生銹面積 (鋼筋 6 支之和) 超過 20 mm² 時，認為有某種問題存在，應重作試驗。