

共通試験報告
第一回目

2017年7月

(公社) 日本コンクリート工学会
危急存亡状態のコンクリート構造物対応委員会

目次

1. はじめに.....	1
2. 共通試験概要.....	1
3. 共通試験における劣化グレードと工法数.....	2
4. 試験体概要.....	4
4.1. コンクリート配（調）合.....	4
4.2. 共通試験用の試験体概要.....	4
4.3. フレッシュコンクリートの諸性状と硬化コンクリートの諸性状性能確認試験方法	10
4.3.1. フレッシュコンクリートの試験方法.....	10
4.3.2. 硬化コンクリートの諸性状および性能確認試験方法.....	10
5. 試験結果.....	13
5.1. フレッシュコンクリートの諸性状.....	13
5.2. 硬化コンクリートの諸性状および性能確認試験.....	14
6. 共通試験.....	18
6.1. 共通試験の評価試験方法.....	18
6.2. 試験手順および測定位置.....	21
6.3. 共通試験の実施日と測定結果.....	21

1. はじめに

本報告書は、(公社)日本コンクリート工学会「供用不可まで劣化破損が進行したコンクリート構造物の補修・補強工法に関する研究委員会」(委員長：野口貴文・東京大学教授)において実施した、端島(軍艦島)における補修材の効果検証に関する共通試験に関する実施報告(2017年6月時点)である。

2. 共通試験概要

概要を表-1に示す。

(公社)日本コンクリート工学会「供用不可まで劣化破損が進行したコンクリート構造物の補修・補強工法に関する研究委員会」の前委員会が企画した端島(軍艦島)における補修材の効果検証に関する共通試験の実施に伴い、埋設鉄筋の異なる腐食状況(グレードⅠ、Ⅱ、Ⅲ)の共通試験体を電気腐食により作製し、賛同企業および協会(計23団体)が提案する補修工法について共通試験を実施するものである。

補修された共通試験体は、端島(軍艦島)内に暴露し、経年劣化を捉えるため決められた時期において表層含水率測定、電気抵抗測定、色彩光沢度、自然電位、分極抵抗測定を実施し取り纏めるものである。共通試験に加え共通試験体を暴露した環境測定として、暴露環境の温湿度および埋設鉄筋周辺部の温度測定を実施した。

また、試験体作製に伴いコンクリートの諸性状の把握のため、圧縮強度試験、促進中性化試験、水銀圧入法細孔構造解析、塩化物イオンの実行拡散係数試験および軍艦島暴露開始時における無補修試験体の発錆量測定を実施した。

本共通試験における試験体作製および管理は、企画に賛同した参加企業の委託により、(株)八洋コンサルタントが試験体を作製して設置し、計測を行った。

本共通試験における(公社)日本コンクリート工学会、参画団体、(株)八洋コンサルタントの関係図を図-1に示す。

表-1 概 要

企 画 名	端島(軍艦島)における補修材の効果検証に関する共通試験
委 員 会	(公社)日本コンクリート工学会「供用不可まで劣化破損が進行したコンクリート構造物の補修・補強工法に関する研究委員会」
委 託 先	株式会社 八洋コンサルタント 〒253-0071 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2722 TEL:(0467)87-3451, 担当者:浅野・田中
参 画 企 業	参画企業 23 団体
試 験	共通試験体作製: 劣化グレード(Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ)水準の劣化試験体作製 コンクリートの諸性状試験: 圧縮強度試験, 促進中性化試験, 水銀圧入法細孔構造解析, 軍艦島暴露開始時における無補修試験体の鉄筋腐食状況 暴露環境測定: 暴露環境の温湿度, 埋設鉄筋周辺部の温度測定
暴 露 期 間	2016年11月より10年を予定
第一回報告会	2017年6月12日(月曜日)

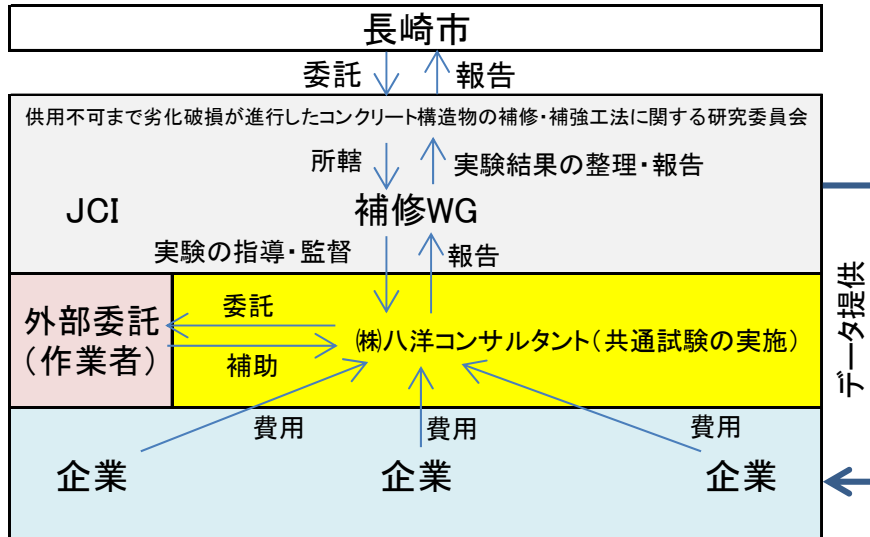


図-1 共通試験における関係図

3. 共通試験における劣化グレードと工法数

試験ケースを表-2 に示す。本試験は、端島（軍艦島）における補修材の効果検証に関する共通試験を行うため、鉄筋腐食状態を3グレード（グレードⅠ，グレードⅡ，グレードⅢ）のコンクリート試験体を作製するものである。作製した試験体に対し，参加企業独自の補修を実施し，長崎県端島（軍艦島）に暴露を行う。なお本試験における参加工法の内訳は以下の通りである。

- グレードⅠ：19工法
- グレードⅡ：11工法
- グレードⅢ：5工法

比較用無補修試験体はグレードⅠ～Ⅲに対して12体とする。各試験体のリストを表-3 に示す。

表-2 試験ケース

劣化グレード	劣化状況		対象となる補修工法
Ⅰ	コンクリート	ひび割れはない，もしくは鋼材腐食によらない軽微なひび割れが発生している状態	劣化（鉄筋の腐食）の進行を抑制（緩やかに）できる工法
	鋼材	鋼材の腐食は開始していない，もしくは軽微な腐食（質量減少率3%程度以下）が発生している状態	
Ⅱ	コンクリート	鋼材腐食によるひび割れが発生し，さび汁等が見られる状態	劣化（鉄筋の腐食）の進行を抑制（緩やかに）できる工法 又は劣化（鉄筋の腐食）の進行を停止できる工法
	鋼材	鋼材は明らかに腐食している状態（質量減少率3～10%程度）	
Ⅲ	コンクリート	鋼材の腐食に伴うかぶりコンクリートの剥落や鋼材の露出が生じている状態	劣化（鉄筋の腐食）の進行を停止できる工法
	鋼材	鋼材（補強筋）の断面欠損が大きい状態（質量減少率10%程度以上）	

表-3 a 試験体のリスト (グレード I)

記号	補修種別	工法名称
I-1	シート貼付	表面被覆工法A(透明シート貼付け)
I-2	塗布	塗布含浸工法A(ケイ酸塩系)
I-3	塗布	表面含浸工法B(シラン系)
I-4	塗布	表面含浸工法C(ケイ酸塩系・シラン系)
I-5	塗布	表面含浸工法D(ケイ酸塩系)
I-6	塗布	表面含浸工法E(亜硝酸リチウム・ケイ酸塩系)
I-7	塗布	表面含浸工法F(シラン系)
I-8	塗布	表面含浸工法G(シラン系)
I-9	電気防食 (外部電源方式)	電気防食工法A(外部電源・チタンリボンメッシュ陽極方式)
I-10	塗布	表面含浸工法H(シラン系)
I-11	電気防食	電気防食工法B(外部電源・面状2次陽極簡易方式)
I-12	塗布	表面含浸工法I(ケイ酸塩系・シラン系)
I-13	塗布	表面含浸工法J(亜硝酸カルシウム・シラン系)
I-14	塗布	表面含浸工法K(ケイ酸塩系)
I-15	塗布	表面含浸工法L(シラン・シロキサン系)
I-16	塗布	表面含浸工法M(シラン・シロキサン系)
I-17	塗布	表面含浸工法M'(シラン・シロキサン系)
I-18	塗布	表面含浸工法N(シラン・シロキサン系)
I-19	塗布	表面被覆工法B(透明ウレタン樹脂)
I-20		リファレンス
I-21		リファレンス

表-3 b 試験体のリスト (グレード II)

記号	補修種別	工法名称
II-1	注入	注入工法A(エポキシ樹脂・内圧充填接合補強型) + 表面被覆工法C(無機系撥水材)
II-2	ひび割れ注入	注入工法B(塩分吸着型エポキシ樹脂)
II-3	電着工法	電着工法A
II-4	・注入 ・塗布	圧入工法A(亜硝酸リチウム) + 表面含浸工法O(ケイ酸塩系)
II-5	電気防食 (外部電源方式)	電気防食工法A(外部電源・チタンリボンメッシュ陽極方式)
II-6	塗布	表面含浸工法H(シラン系)
II-7	電気防食	電気防食工法B(外部電源・面状2次陽極簡易方式)
II-8	注入 + 塗布	注入工法C(シラン系) + 表面含浸工法I(ケイ酸塩系・シラン系)
II-9	注入 + 塗布	注入工法D(セメントスラリー) + 表面含浸工法J(亜硝酸カルシウム・シラン系)
II-10	塗布	塗布含浸工法P(ケイ酸塩系)
II-11	断面修復	断面修復工法A(犠牲陽極材埋設)
II-12		リファレンス
II-13		リファレンス

表-3 c 試験体のリスト (グレード III)

記号	補修種別	工法名称
III-1	注入	圧入工法A(亜硝酸リチウム) + 鉄筋塗装工法B(亜硝酸リチウム混入型)
III-2	電気防食 (外部電源方式)	電気防食工法A(外部電源・チタンリボンメッシュ陽極方式)
III-3	電気防食	電気防食工法B(外部電源・面状2次陽極簡易方式)
III-4	断面修復	電気防食工法C(埋設型流電陽極方式)
III-5	塗布	鉄筋塗装工法A(素地調整軽減型塗料)
III-6		リファレンス
III-7		リファレンス

4. 試験体概要

4.1. コンクリート配（調）合

共通試験に用いたコンクリートの配（調）合を表-4、使用材料を表-5に示す。本共通試験に用いた配（調）合は、軍艦島保存活用技術検討に伴う調査業務委託報告書に記載されているグルコン酸ナトリウムによる硬化コンクリートの単位セメント量試験方法によった推定値を用いてコンクリート配（調）合を決定した。また、一定期間の飛来塩化物イオン量を想定し、塩化物イオン濃度 5kg/m^3 を外割置換にて混入した。

表-4 コンクリート配（調）合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)				Cl^- (kg/m^3)
		W	C	S	G	
79.1	54.0	200	253	1004	877	5.0

表-5 使用材料

記号	使用材料
水：W	上水道水
セメント：C	太平洋セメント社製 普通ポルトランドセメント
細骨材：S	大井川水系 陸砂
粗骨材：G	東京都青梅産 硬質砂岩碎石
塩化物イオン： Cl^-	塩化物イオン NaCl 換算

4.2. 共通試験用の試験体概要

本共通試験における鉄筋コンクリート試験体の作製フローを図-2に示す。また、腐食グレードの定義を表-6に示す。

試験体作製は、前養生期間、促進期間、共通試験の順で構成される。前養生期間はコンクリート打設後、脱型材齢4日で脱型を行い、20°C環境下にて気中養生を行った後、補修工法適用面を除き保護材の塗布を行い、腐食グレードⅡ及びⅢは3%食塩水に浸漬を行った。促進期間中は、電気腐食により鉄筋腐食を促進させた。共通試験期間は、各参加企業独自の補修工法を適用した後、軍艦島（端島）に暴露した。



図-2 共通試験のコンクリート試験体の作製フロー

表-6 腐食グレードの定義

腐食グレード	かぶりコンクリートの状態	塩化物の供給
グレードⅠ	ひび割れなし	練混ぜ時のみ
グレードⅡ	目標ひび割れ幅 1 mm	3%食塩水浸漬による供給
グレードⅢ	かぶりコンクリートの剥落	3%食塩水浸漬による供給

(1) 試験体概要

共通試験における試験体形状を図-3に示す。本共通試験は、鉄筋腐食グレード（（グレードⅠ，グレードⅡ）と（グレードⅢ））に応じて、試験体形状が異なる。グレードⅠおよびⅡは磨き鋼棒（φ16 mm）1本を有する試験体（□15×10×50 cm）とし、グレードⅢは磨き鋼棒3本（φ16 mm）を有した試験体（□20×10×40 cm）とした。磨き鋼棒のかぶり厚さは3 cmとし、コンクリート用塗装合板を用いた型枠に設置した。なお、補修材効果および経年変化の測定の確認として、打設面に測定窓をφ50 mm×2 か所，φ130 mm×1 か所を設けた。

コンクリート打設後、材齢4日で脱型を行い、補修材適用面（打設底面側）を除き、ディスクグラインダーを用いて、コンクリート表層のレイタンスの除去を行った。

レイタンス処理完了後、材齢28日まで気中養生を行い、環境順化を行った。

環境順化後、補修材適用面を除き下記に示す保護材を用いて、コンクリートの保護を行った。

○磨き鋼棒

磨き鋼棒は、SS400相当の磨き鋼棒φ16 mmとし、両端分にM4のタップ切を行った。型枠およびリード線の固定はステンレス製M4ネジを用いて固定を行った。なお、磨き鋼棒両端部4 cmは下記に示される保護材を用いて、コーティングを実施した。

○リード線

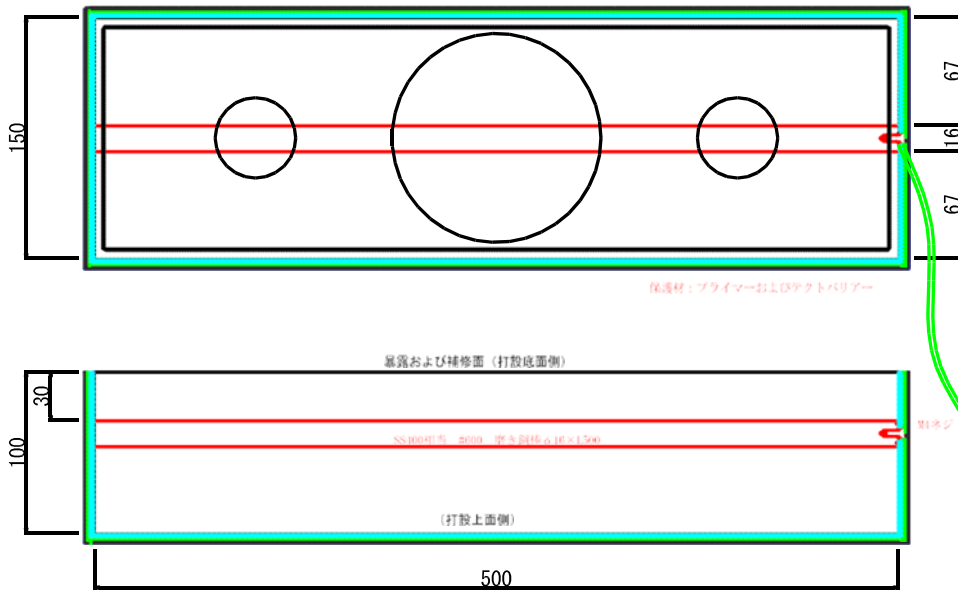
リード線は、架橋ポリエチレン銅線（CVケーブル）2.0sqとした。

○保護材

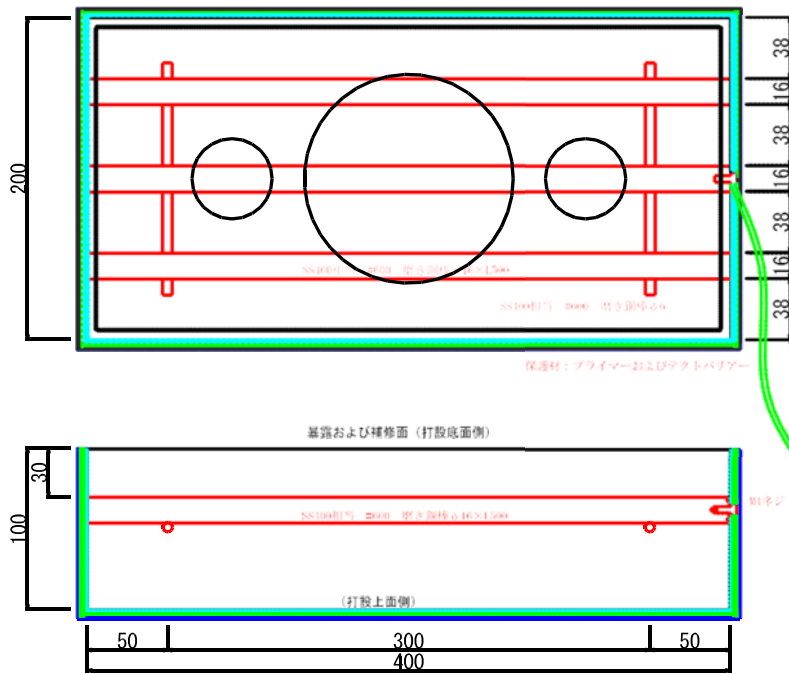
保護材は、プライマー、下地調整材、上塗材を用いて塗布した。

○自然電位，分極抵抗，表層含水率用測定窓の補修

試験測定窓の補修は、φ50，φ130 mm×厚さ1.5 mmの塩化ビニール板を使用し、シリコンシーラントを用いて補修を行った。



腐食グレードⅠ/Ⅱ



腐食グレードⅢ

単位：mm

図-3 試験体形状



写真-1 鉄筋設置状況（グレードⅢ）

(2) 電気腐食による鉄筋促進腐食方法

電気腐食による鉄筋促進腐食はグレードⅡおよびⅢに適用した。保護材を施したコンクリートに対し、7日間3%食塩水の浸漬を実施し、過飽和塩化カリウム溶液（KCL）による塩橋（厚さ15mm）を作製し定電流電源による電気腐食を実施した。

グレードⅡでは塩橋（150×500×t15mm）を用いて、積算電流値（60Ahr）を目安に定電流電源装置を用いて通電した。電流値は0.8～0.5Aの範囲で試験体に応じ調整し、目標ひび割れ幅1mmを有する鉄筋腐食を発生させた。

グレードⅢでは短冊状の塩橋（70×400×t15mm）および試験体サイズの塩橋（200×400×t15mm）の2種類を用いて通電した。ひび割れを均一に発生させるため、短冊状の塩橋を中央部の鉄筋直上に設置しひび割れを発生させた。中央部ひび割れ発生後、鉄筋両サイドに塩橋を設置し2本の鉄筋に対し、ひび割れを発生させた。その後、試験体サイズの塩橋に切り替え、電気腐食を実施し、剥落寸前（ひび割れ幅2～5mm）まで電気促進腐食を実施した。

また、電気促進腐食開始後、12時間間隔にて電食面の清掃、塩化物の供給及びひび割れ観察を実施した。

電気腐食完了後、各グレードにおいて、次の作業を実施した。グレードⅡは電気腐食面に対し、経年劣化によるコンクリート面を模擬し#200の研磨材を用いて研磨を行った。

グレードⅢは電気腐食面のかぶりコンクリートを振動ドリル及び研り機を用いて、かぶりコンクリートの除去を行った。



写真-2 グレードⅡ 研磨後



写真-3 グレードⅢ かぶりコンクリートの研り（塩水による腐食促進後）

4.3. フレッシュコンクリートの諸性状と硬化コンクリートの諸性状性能確認試験方法

試験体作製に伴うフレッシュコンクリートとして下記に示される(1)～(5)の試験を実施した。

また、硬化コンクリートの諸性状性能確認試験として、下記に示される(6)～(9)の試験を実施した。

- ・フレッシュコンクリートの諸性状

- (1) コンクリートの練混ぜ
- (2) スランプ
- (3) 空気量
- (4) 温度測定
- (5) ブリーディング量測定

- ・硬化コンクリートの諸性状性能確認

- (6) 圧縮強度試験および静弾性係数試験
- (7) 細孔構造解析
- (8) 塩化物イオン濃度測定
- (9) 促進中性化試験

4.3.1. フレッシュコンクリート試験方法

(1) コンクリートの練混ぜ

コンクリートの作製は、パン型ミキサ(容量 100ℓ)を使用した。コンクリートの練混ぜ手順は、砂とセメントをミキサに投入して空練り 10 秒、水と塩化物イオンを加えてモルタル練り 30 秒、粗骨材を加えてコンクリート練り 90 秒行った。

(2) スランプ

JISA1101 : 2014 「コンクリートのスランプ試験方法」によった。

(3) 空気量

JISA1128 : 2014 「フレッシュコンクリートの空気量の圧力による試験方法-空気室圧力 方法」によった。

(4) 温度測定

JISA1156 : 2014 「フレッシュコンクリートの温度測定方法」によった。

(5) ブリーディング量測定

JISA1123 : 2012 「コンクリートのブリーディング試験方法」によった。

4.3.2. 硬化コンクリートの諸性状および性能確認試験

(1) 圧縮強度試験および静弾性係数試験

圧縮強度試験は、JIS A 1108:2006「コンクリートの圧縮強度試験方法」によった。試験機は一軸試験機を使用し、最大荷重を測定した。

静弾性係数試験は、JIS A 1149:2010「コンクリートの静弾性係数試験方法」によった。荷重は、圧縮試験機に内蔵された圧力セルより荷重を検出し、縦ひずみはコンプレッソメーターを使用して静弾性係数を求めた。荷重およびひずみは、東データロガーにより記録した。

(2) 細孔構造解析

細孔径分布の測定は、(社)日本コンクリート工学協会「コンクリートの試験・分析マニュアル」2000年5月の5.3.7 微構造／組織の分析(3)空隙率、細孔径分布の測定方法、F-3 水銀圧入法に準じて行った。

試料調整

- ① 試料を鉄乳鉢で粗粉碎し、網ふるいでふるい分け5～2.5mmに粒度調整した。
- ② 粒度調整した試料を真空凍結乾燥装置で14日間D乾燥した。
- ③ 乾燥後、試験直前までデシケータ中に保存した。

細孔径分布の測定

試料約2.5gを精秤し、水銀圧入式ポロシメータを用いて細孔径分布の測定を行った。下記に測定条件を示す。

$$2 r = - 4 \gamma \cos \theta / P$$

r : 空隙径 (半径) μm

γ : 水銀の表面張力 0.483N/m

θ : 水銀と試料との接触角 130°

P : 圧入圧 (MPa)

低圧側 6.89～344kPa

高圧側 0.138～413MPa

(3) 塩化物イオン濃度測定

① 粉碎試料作製

グレードⅡのかぶりコンクリートを粉砕機で0.15mmふるいを全通するまで粉碎した。

② 分析

JISA1154:2012「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」の9.塩化物イオン電極を用いた電位差滴定法により各試料の塩化物イオン(%)を測定した。コンクリート中の塩化物量(kg/m³)は、上記で測定した塩化物イオン(%)にコンクリートの単位容積質量を乗じて算出した。なお、単位容積質量は圧縮強度試験用供試体の見掛けの密度を用いた。塩化物イオン濃度は次式により算出した。

$$C=V \times f_i W \times 200 X \times 100 \times 0.003545 \alpha$$

ここに、C:塩化物イオン(%)

V:滴定に要した0.1mol/l硝酸銀溶液(ml)

→[本試験における硝酸銀の滴定量 V_1]-[空試験における滴定量 V_2]

f_i :0.1mol/l硝酸銀溶液のファクター

X:分取量(ml)

W:試料(g)

0.003545:0.1mol/l硝酸銀溶液1mlの塩化イオン相当量(g)

α :硝酸銀溶液の濃度に関する係数

0.1mol/l硝酸銀溶液のとき、 $\alpha = 1$

0.01mol/l硝酸銀溶液のとき、 $\alpha = 10$

0.005mol/l硝酸銀溶液のとき、 $\alpha = 20$

(4) 促進中性化試験

JISA1153:2012「コンクリートの促進中性化試験方法」に準拠した。

5. 試験結果

5.1. フレッシュコンクリートの性状

フレッシュコンクリート性状を表-7に示す。また、ブリーディング測定結果を図-4に示す。

表-7 フレッシュコンクリート性状

打設	空気量 (%)	スランプ (cm)	コンクリート温度 (°C)	ブリーディング量 (cm ³ /cm ²)
1日目	2.1	18.0	21	0.41
2日目	1.9	18.5	21	

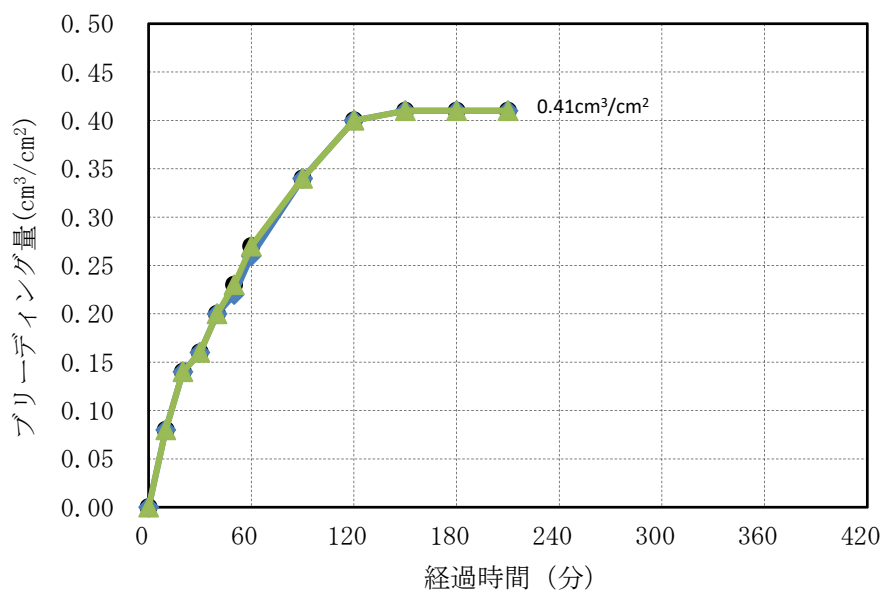


図-4 ブリーディング量の経時変化

5.2. 硬化コンクリートの諸性状および性能確認試験

(1) 圧縮強度試験及び静弾性係数試験

試験結果を表-8に示す。本試験結果に示される結果は3体の平均値である。

表-8 試験結果

養生方法	標準養生	気中養生		
材齢	28日	28日	56日	91日
圧縮強度 (N/mm ²)	26.4	19.7	21.0	22.1
静弾性係数 (kN/mm ²)	26.8	23.9	24.8	22.3
割裂引張強度 (N/mm ²)	-	1.74	2.06	2.11

(2) 水銀圧入法

材齢 28 日の水銀圧入法による細孔構造解析結果を表-9 および図-5 に示す。

表-9 材齢 28 日の水銀圧入法による細孔構造解析試験結果

総細孔容積 ($\times 0.01\text{cm}^3/\text{g}$)		比表面積 (m^2/g)		平均径 (μm)		中心径 (μm)		空隙率 (%)		かさ密度 (g/cm^3)	
11.62	11.62	25.74	26.22	0.0090	0.0089	0.0174	0.0174	22.21	22.21	1.91	1.91
11.62		26.69		0.0087		0.0173		22.20		1.91	

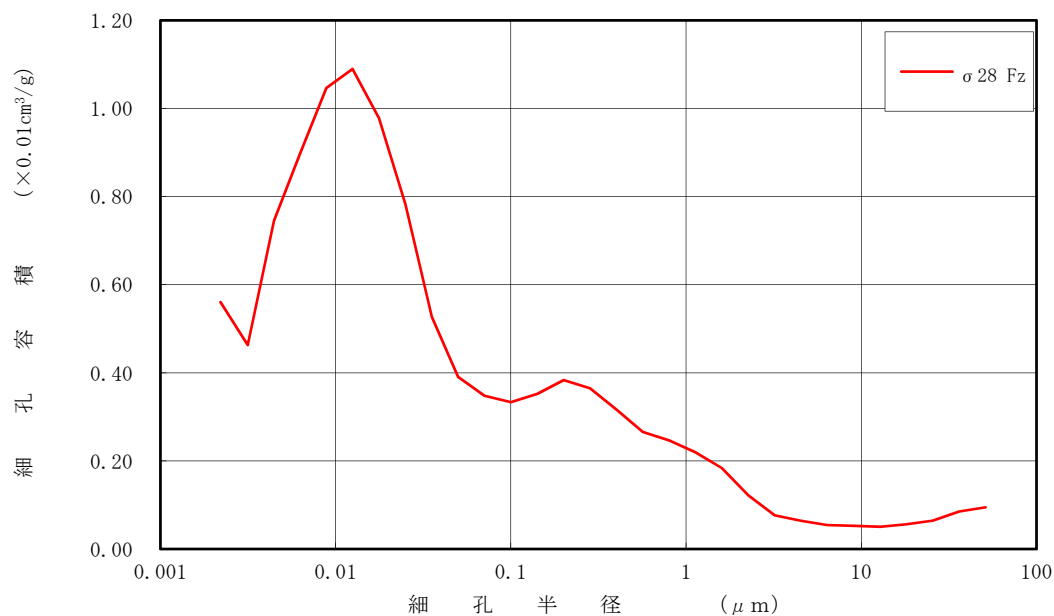


図-5 細孔半径と細孔容積の関係

(3) 塩化物イオン濃度

グレードⅡのかぶりコンクリートの塩化物イオン濃度と塩化物イオン量を表-10に示す。

表-10 かぶりコンクリートにおける塩化物イオン濃度および量

塩化物イオン濃度 (%)	塩化物イオン量 (kg/m ³)
0.550	12.5

※コンクリートの単位容積質量を 2280kg/m³とした。

(4) 鉄筋腐食量

グレードⅠの鉄筋腐食面積率を表-11, グレードⅠ～Ⅲの鉄筋腐食量を表-12に示す。

表-11 グレードⅠの鉄筋腐食面積率

鉄筋	周径 (mm)	鉄筋長 (mm)	鉄筋面積 (mm ²)	腐食面積 (mm ²)	腐食面積率 (%)
φ16	50.27	380	19103	7661	40.1

表-12 鉄筋腐食量

グレード	腐食前(g)	除錆後(g)	長さ (mm)	腐食量(g)	単位長さ当たりの腐食量(g/mm)	
					各値	平均値
グレードⅠ	780.9	778.9	500.1	2.0	0.004	—
グレードⅡ	781.7	730.5	500.0	51.2	0.102	—
グレードⅢ	624	581.0	400.0	43.0	0.108	0.114
	624.4	580.2	400.0	44.2	0.111	
	624.8	575.8	400.0	49.0	0.123	

(5) 促進中性化試験

コンクリートの促進中性化試験結果を図-6 に示す。促進中性化試験開始時における中性化深さは、2.1mm であった。

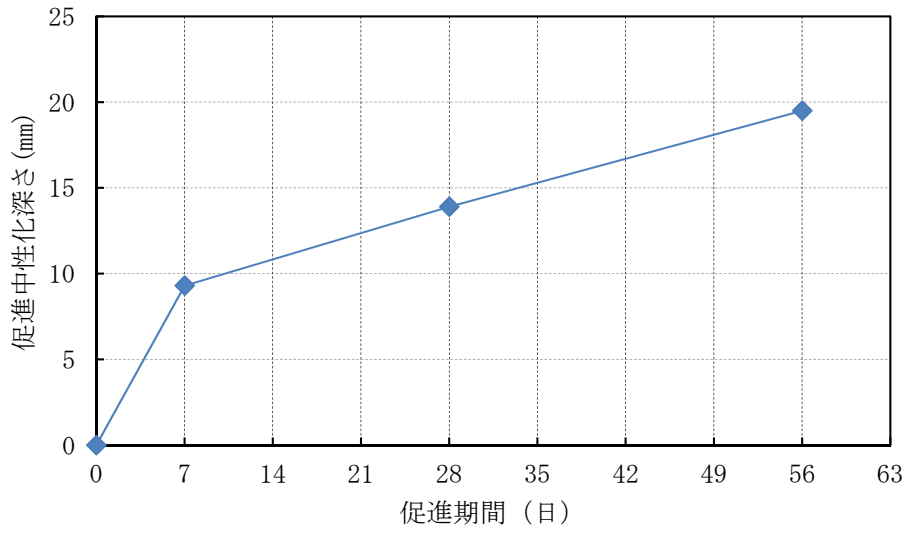


図-6 コンクリートの促進中性化試験結果

6. 共通試験

補修材の共通試験として、下記の(1)～(5)の試験項目を全試験体において実施した。また、試験体暴露環境下の環境観測として(6)に示す温度測定を行った。

- (1) 自然電位（飽和硫酸銅電極）
- (2) 分極抵抗法
- (3) 表層含水率
- (4) 電気抵抗法（Wenner 法）
- (5) 色彩光沢度
- (5) 環境測定（外気温、湿度および鉄筋周辺の温度測定）

6.1 共通試験の評価試験方法

(1) 自然電位

自然電位測定は、日本防蝕工業株式会社製 飽和硫酸銅照合電極および、日置電機株式会社製 デジタルマルチメータ DT4224 を用いて計測を行った。測定に際し、湿潤状態のスポンジを飽和硫酸銅照合電極の先端部に設置し、コンクリート面と導通を確保し測定した。

使用機器を写真-4 に、測定箇所を図-5 に示す



写真-4 自然電位測定装置

(2) 分極抵抗法

分極抵抗法測定は、株式会社四国総研製（CM-II，III，V）および横田 DPC 研究所社製 CM-V を用いて測定を行った。横田 DPC 研究所社製の 1 台を基準器とし、四国総研製の 3 機種（6 台）の比較点検を行ったうえ、試験を行うものとした。

表-13 に分極抵抗法測定装置の設定値を示す。また、測定位置を図-5 に示す。

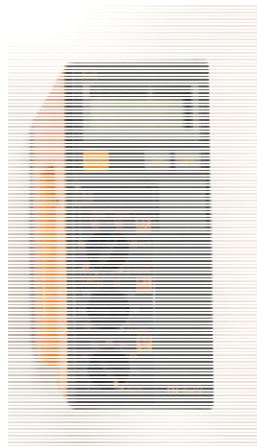
表-13 分極抵抗法測定装置の設定値

測定方法	簡易測定法
配筋	-
鉄筋径	φ 16 mm
かぶり厚さ	5.4 cm
印加交流電圧	CM-V : 14mv, CM-II, III : 10mv
周波数	開始 : 10Hz, 終了 : 20mHz
ガード	ON

(3) 表層含水率

表層含水率測定は、高周波容量式である株式会社ケツト化学研究所社製 HI-520、電気インピーダンスを測定し含水率を推定するトライメックス社製 CMEX II を用いて測定を行った。

使用機材を写真-5 に、測定位置を図-5 に示す。



HI-520



CMEX II

写真-5 表層含水率計

(4) 電気抵抗

電気抵抗の測定は、4電極法である Proceq 社製 Resipod を使用して測定を行った。測定に際し、電極部とコンクリートの導通を取るため、水を張った容器に全ての電極を浸漬し、電極部に水分を加えた状態でコンクリート面に密着させ測定を行った。

使用機材を写真-6 に、測定位置を図-5 に示す。



写真-6 電気抵抗計 (Resipod)

(5) 色彩光沢度

色彩色差計は光学式色彩色差計 CR-400、光沢度計はハンディタイプのグロスチェッカを用いた。用いた機材の概要を表-14 および 15 に示す。

測定位置を図-5 に示す。

表-14 光沢度計の概要

測定角度	入射角 60° - 受光角 60°
光源	LED (波長 880nm)
測定範囲	0~100.0
基準面	光沢度 90%

表-15 色彩色差計の概要

表色系	L*a*b*
受光素子	シリコンフォトセル
照明・受光光学系	D/O (拡散照明垂直受光式) JIS Z 8722 に準拠

(6) 気象測定 (温湿度) および埋設鉄筋周辺の温度測定

気象観測は、日置電機株式会社製 LR5001 を用いて、気温および相対湿度の測定をした。

測定場所は本共通試験体を設置した病院棟屋上に設置されている百葉箱内と試験体に対し降雨などといった直接的な水分の影響の少ない環境として提案された病院棟 3 階に設置した。

また、埋設鉄筋周辺温度測定は、グレード I に埋設した鉄筋の 1 体において、鉄筋側面に T 型熱電対を 2 本設置し、日置電機株式会社製 LR8515 を用いて鉄筋周辺部の温度の測定を行った。埋設鉄筋周辺の温度測定試験体の設置箇所は、病院棟屋上に共通試験体と同様の位置に設置を行った。

6.2 試験手順および測定位置

試験手順は、自然電位測定及び分極抵抗法測定時における水分供給の影響を避けるため、表層含水率および光沢度・色差の測定を実施し、電気抵抗、自然電位、分極抵抗法の順に測定を実施した。

測定位置を図-6に示す。測定位置は、コンクリートに埋設した鉄筋と導通を取るために設置したリード線側を常に基準とし、試験体中央部の鉄筋を境に上部・下部と振り分け、番号付けをした。

補修面側の測定は、光沢度・色差測定、電気抵抗、表層含水率の測定を行った。光沢度・色差測定は、補修箇所を等分割したNo. 1～5の箇所において測定し、表層含水率はNo. 1～4、電気抵抗は上部下部それぞれの中央部において測定した。

補修面側と反対側（測定窓側）の測定は、自然電位、分極抵抗および表層含水率の測定を実施した。自然電位はNo. 1～3とし、分極抵抗および表層含水率の測定はNo. 2の箇所に置いて測定を行った。

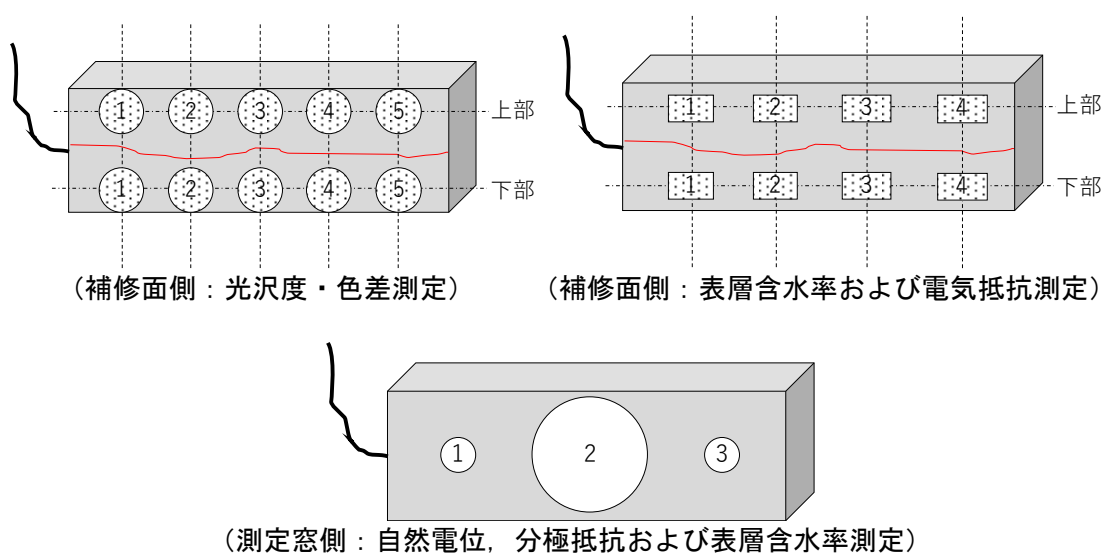


図-6 測定位置

6.3. 共通試験の実施日と測定結果

(1) 共通試験項目

共通試験体の設置日および測定日は以下の通りである。

設置日：2016年9月20日

第一回測定日：2016年12月20日

なお、共通試験項目の試験結果はデータシートに添付する。

(2) 気象観測および埋設鉄筋周辺温度測定

図-7 に病院等屋上と病院等3Fの気温と相対湿度測定結果、図-8 に埋設鉄筋周辺の温度測定結果を示す。

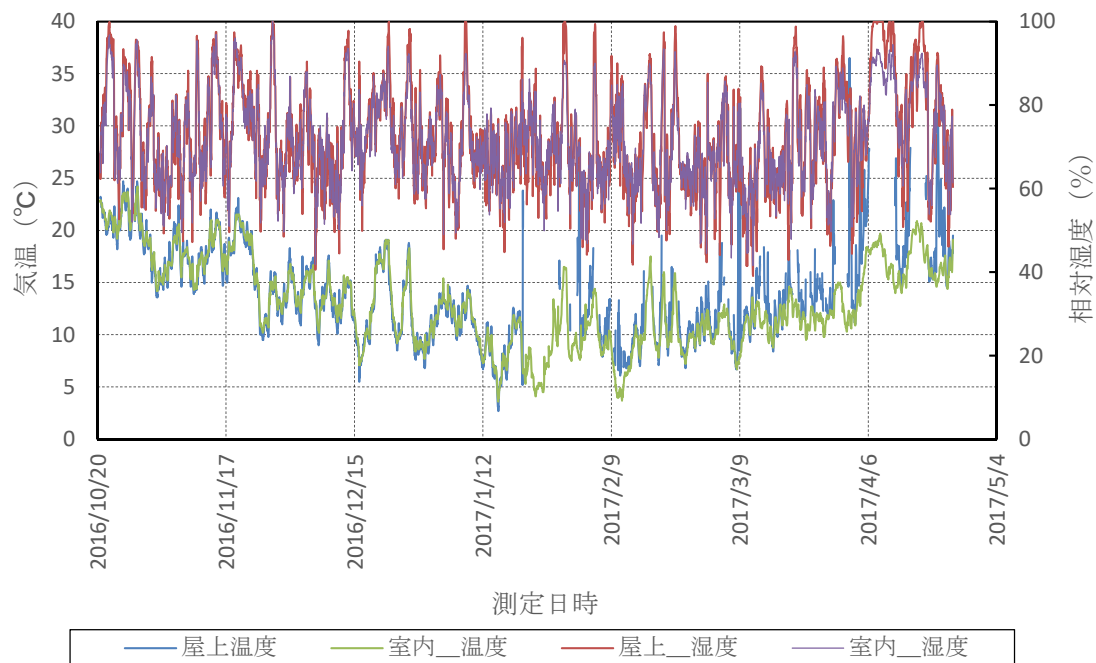


図-7 病院棟屋上と病院棟3Fの温度・相対湿度測定結果

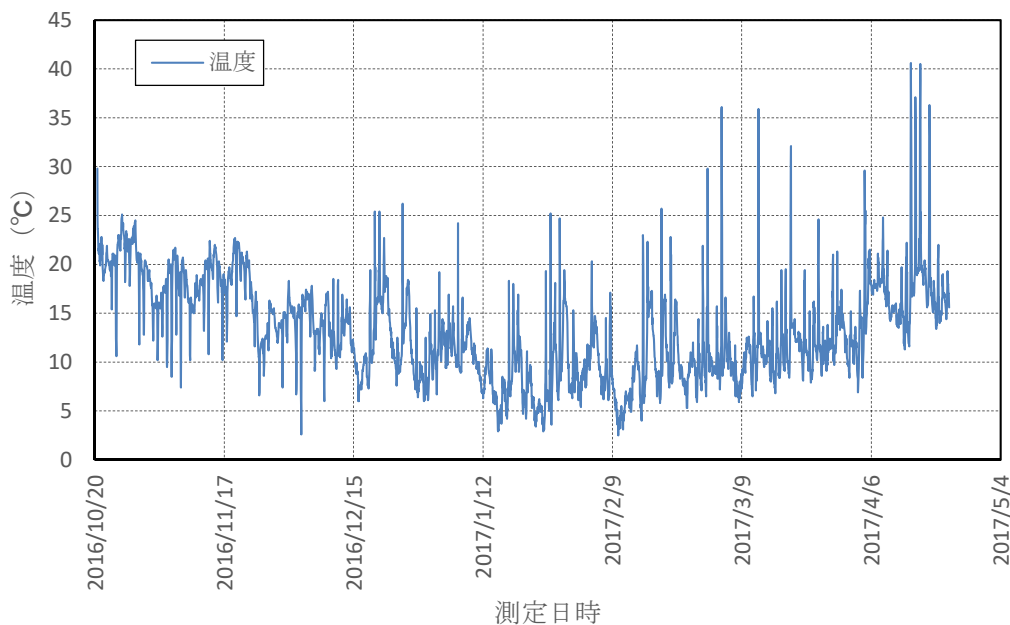


図-8 埋設鉄筋周辺の温度測定結果

(3) 試験体設置位置および設置状況

図-9 および写真-7 に試験体位置および設置状況を示す。

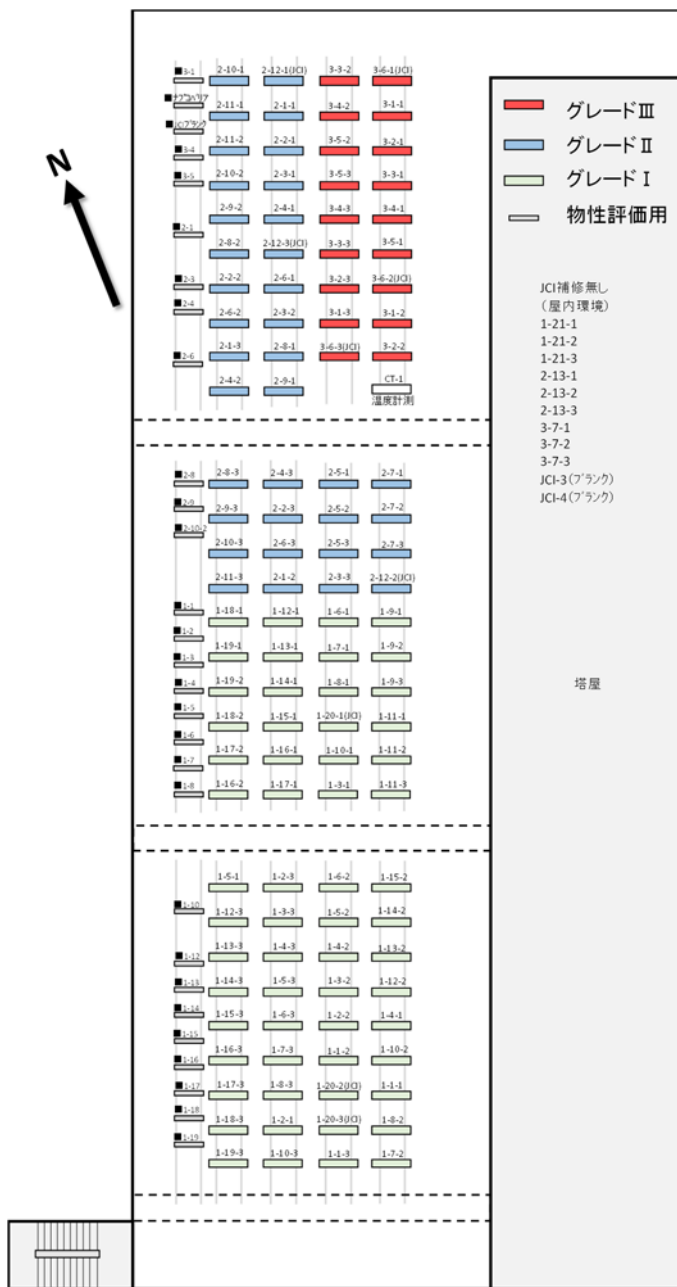


図-9 試験体設置位置



写真-7 試験体設置場所と設置状況