鉄筋コンクリートの寿命設定法の変遷
－中性化と鉄筋腐食関連研究・指針の過去・現在・未来－

概要（２０２６年11月14日現在）

１．先駆的研究

〇ローマン・コンクリートは、構成成分を含めて、現代のポルトランドセメント・コンクリートとは、どこが違っていたか？

・火山灰の使用と石灰岩の使用？

〇無筋ローマン・コンクリートと円形アーチ（圧縮力の有効活用）

・何故、無筋ローマン・コンクリートは、1000年近い寿命をもったのか？

・何故、円形アーチ構造が、コンクリートの圧縮力のみで、建造物の力学的耐力を担えることを、古代ローマ人は、知っていたのか？

・何故、中世で、ローマン・コンクリートが使われず、石や煉瓦の建築物に変わったのか？
資源の枯渇？

・何故、ローマン・コンクリートの古代ローマの建造物であるパンテオンが、現代も残り得たのか？
地震や風・水害等の自然災害の少ない地域？

〇鉄筋コンクリートの植木鉢（ジョゼフ・モニエの発明）と鉄筋コンクリート（RC）造建造物への普及

・圧縮力は強いが、引張力が弱いコンクリートを、引張力が強い鉄筋で補強する複合材料としての鉄筋コンクリートの誕生と建築・土木建造物への応用展開
耐震性や構造性能と耐久性と資源面のバランスは？

２．中性化と鉄筋腐食による寿命設定の系譜

・第５回国際セメント化学シンポジウム（１９６８年、東京）（セメント協会機関誌「セメント・コンクリート」の特集）の論文類（浜田、近藤ら）

・浜田　稔の論文の要点：コンクリートの中性化と内部鉄筋の腐食の関連

・近藤・大門・秋葉の論文の要点：コンクリートの炭酸化の放物線則(経過時間の平方根で進行する)

◎コンクリート工学会（JCI）の機関誌「コンクリート工学」掲載原稿

・柿崎正義の論説（塩害、凍害、アルカリ骨材反応による寿命）

・友澤史記の論説（中性化と地球環境問題対応）

◎福島敏夫の書籍「鉄筋コンクリート造建築物の寿命ー中性化と鉄筋腐食進行を基礎としてー」（技報堂出版：１９９１年）、

・鉄筋コンクリート造建築物は１００年もつのか？鉄筋コンクリート造建築物の寿命はどのように決まるのか？鉄筋コンクリート造建築物の寿命を延ばすのにはどうすればよいのか？の3つの素朴な疑問

◎森永の鉄筋コンクリートの寿命設定法（中性化進行の場合、内部塩分による場合）

・中性化が鉄筋近傍まで進行するまでの潜伏期の考慮と全面腐食、最初からドンドン進む塩化物イオン下で孔食型の違い

◎JASS5（日本建築学会建築工事標準仕様書：鉄筋コンクリート工事）のかぶりコンクリートの規定と中性化進行速度の設定法

３．一般大気環境での鉄筋コンクリート建造物の寿命設定の３つの方法

３．１．コンクリートの中性化（炭酸化）寿命説

・長らくこの説に従って、寿命設定がされてきたが、中性化しても、水と酸素の同供給条件がそろわないと、内部鉄筋は、直ぐには腐食しないと分かってきた。

３．２　鉄筋腐食によるかぶりコンクリートのひび割れによる寿命説（ひびわれ寿命説）

・鉄筋腐食が始まって、かぶりコンクリートにひび割れが発生し、剥落に到るまでの経時変化の推定は、諸条件が絡み、難しいところもある。

３．３　構造耐力寿命説

・内部鉄筋の腐食進行と構造耐力との関係の詳細は、不明確のところもある。

・軍艦島等のRC造建造物の外部塩害と修復と再生法

・沖縄のRC造住宅の内部塩害調査と補修・延命化法

４、炭酸化進行の放物線則

・岸谷式、白山式、和泉式

・基本的には、経過時間の平方根と中性化深さの関係を表す係数に、各種の外部及び内部条件の影響を考慮する。
・実態調査では、冪乗則に従うこともある。
・中性化深さを定めるフェノールフタレイン溶液の条件
・ＪＡＳＳ５（日本建築学会；鉄筋コンクリート工事標準仕様書）におけるかぶりコンクリートの品質規定　と中性化進行の記述
・その後、多くの研究者の研究事例
　・日本建築学会、セメント協会、日本コンクリート工学会（ＪＣ）、アメリカ工学会（ＡＣＩ）、ＲＩＬＥＭ、国際会議等の研究発表事例
　・促進炭酸化試験と基準化の試みと実屋外環境下の中性化進行能の相関性の問題
　・著作権・知的財産権の保護の問題

６、炭酸化進行のコンピュータ解析とシミュレーションと可視化

◎福島敏夫の一連の研究と特許
・角柱試験体・建造物における二方向、三方向、四方向拡散の場合
・円柱形状試験体・建造物、半球形状試験体・建造物におけるステップ応答解析と逆ステップ応答解析
・大気中の二酸化炭素濃度の影響
〇円柱・半球シェル建造物での適用
・外部及び内部からの二酸化炭素の両方向同時拡散

７、鉄筋腐食進行の理論的解析と定量化

・水蒸気及び酸素の有効拡散係数の設定による連続体モデルに基づく水蒸気と酸素の同時拡散と鉄筋近傍での濃度関数の予測と可視化

８．表面仕上材の中性化および鉄筋腐食抑制効果

・実験的報告例

・既存建造物での実態調査報告

・理論的研究報告

９．外部材料システム等による外部および内部外力緩和法

・水蒸気の非定常移動と寿命
・多層平面壁、多層円柱壁、多層半球屋根、多層円柱及び半球シェルへの適用
10. 環境配慮コンクリートと持続可能性と寿命
・環境配慮と地球環境問題
・混合セメントを用いたコンクリートと持続可能性評価
・内部鉄筋腐食及び寿命との関連は？
・ライフサイクルでの環境影響と寿命

建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事　2022
第16版 （2022年11月 発行、日本建築学会）における新しい対応