



中性子を用いたコンクリート内塩分濃度分布 の非破壊測定手法の開発

国立研究開発法人理化学研究所 光量子工学研究センター
若林泰生

1. はじめに

沿岸や山間部にある道路や橋梁などのコンクリート構造物は、海水や凍結防止剤に含まれる塩分（塩化物イオン）がコンクリート内部に浸透し、鉄筋が腐食する塩害が深刻化している。塩害が進行すると落橋など重大な事故につながる恐れがあり、事故による被害を未然に防ぐためには塩害の劣化進行を把握、つまり、表面から鉄筋までの塩分濃度分布を把握し、対策することが重要である。

塩害は多くの場合、コンクリート表面にひび割れなど外観に兆候が現れた際には、既にコンクリート中の鉄筋腐食は進行している。したがって、外観兆候が現れる前に広範囲の塩分の浸透状況を把握できれば、早期劣化の可能性がある部分の打ち替えや表面保護剤などの処置により、構造物の健全性をより長く保つことが期待できる。

従来の塩害の劣化診断は、電子線マイクロアナライザーや電位差滴定法など、確実に精度の高い塩分濃度の測定法により行われてきた。これらの方法でコンクリート内部の塩分濃度分布を得るためには、構造物からのコア採取（いわゆる局部破壊検査方法）が必要であり、採取箇所の制限や、コア採取を行った同一箇所での経年変化を追跡できないなどの問題もある。したがって、多数の構造物に対する効率的なメンテナンスを考えると、屋外（現場）で行え、コア採取や前処理が必要のない非破壊による測定技術が非常に有効である。

本稿では、理研小型中性子源システム RANS¹⁾ (RIKEN Accelerator-driven compact Neutron Source) を用いている、物質中の透過能力の高い中性子とその中性子との反応で発生するガンマ線を利用した中性子誘導即発ガンマ線分析 (Neutron-induced Prompt Gamma-ray Analysis, NPGA) による、コンクリート内深さ方向の塩分濃度分布の非破壊測定手法の開発²⁻⁶⁾を紹介する。

2. 中性子誘導即発ガンマ線分析 NPGA

2-1 用語説明

「元素」、「原子核」、「核種」、「同位体」について、中性子源や NPGA の原理理解のため、簡単に説明する。「元素」は、原子番号（陽子数）によりその名前および記号が決められている。例えば、塩素は原子番号 17 で元素記号は Cl である。「原子核」は、陽子と中性子から成り、陽子数と質量数（陽子と中性子の数を合わせた数）でその種類「核種」が決まる。元素記号の左肩に質量数を表記し、質量数 35 の塩素は ^{35}Cl と表し、塩素 35 と呼ぶ。また、Cl-35 と表記する場合もある。「同位体」は、同じ元素で中性子数が異なる原子核のことである。塩素に関しては、天然に存在する同位体は ^{35}Cl と ^{37}Cl があり、自然存在比はそれぞれ 75.77% と 24.23%、中性子数はそれぞれ 18 と 20 である。この ^{35}Cl と ^{37}Cl のように、崩壊せず安定な同位体を安定同位体、 ^{36}Cl や ^{38}Cl のように、特定の半減期を有し、崩壊して異なる核種になる同位体を放射性同位体と呼ぶ。