放射性廃棄物保管用 SFPIC（鋼繊維補強ポリマー含浸コンクリート）の物性評価 (2)　Cs、Sr、Cl の浸透挙動に関する評価

Evaluation of physical properties of SFPIC (Steel Fiber reinforced Polymer-Impregnated Concrete) for Storage Container of Radioactive Wastes

(2) Evaluation on permeation behavior of Cs, Sr and Cl

*坂本 浩幸[1]，小森 久幸[1]，渋谷 和俊[1]，本間 健一[2]，石田 泰之[2]
佐藤 祐輔[3]，鶴田 健[4]，岡本 賢治[4]
[1]太平洋コンサルタント，[2]太平洋セメント，[3]東京パワーテクノロジー，[4]マテラス青梅工業

水分を多く含むスラッジ状廃棄物や塩分を含む廃棄物の保管容器の材料として期待される鋼繊維補強ポリマー含浸コンクリート（SFPIC）の Cs，Sr および Cl の浸透挙動を評価した。また、耐放射線性の確認を目的として、γ線、電子線を照射した SFPIC の圧縮強度および塩素イオンの浸透挙動を評価した。

キーワード：SFPIC　放射性廃棄物保管容器　物質移行特性　耐放射線性　γ線　電子線

1. 緒言

廃炉に伴い発生が予想される、水分を多く含むスラッジ状廃棄物や塩分を含む廃棄物保管容器の材料として期待される SFPIC[1)] について、Cs、Sr および Cl の浸透挙動を評価した。また、耐放射線性の評価として、γ線、電子線を照射した SFPIC の強度および Cl の浸透挙動を評価した。何れの元素も浸透深さは数 mm 程度で浸透深さの進展は小さく、最も深くまで浸透した Cl の見かけの拡散係数は $1.6\sim2.9\times10^{-10}$cm^2/sec であり、普通コンクリートに比べて 2 桁以上小さな値となった。また、γ線を照射した試験体では、圧縮強度は積算線量の増加に比例してわずかに低下する傾向を示したが、SFPIC の浸透抑制効果は、γ線、電子線ともに非照射と同程度であった。

2. 試験方法

Cs、Sr および Cl の浸透挙動は、土木学会基準 JSCE-G572「浸せきによるコンクリート中の塩化物イオンの見掛けの拡散係数試験方法（案）」を参考に（試験体形状と n 数のみ異なる）して実施した。耐放射線性の評価は、^{60}Co によるγ線を 500kGy および 1,000kGy、β線を模擬した 2MeV の電子線を 500kGy、1,000kGy および 2,000kGy 照射した後に圧縮強度と Cl の浸透挙動を評価した。

3. 評価結果

3-1. 浸透挙動の評価結果

健全試料の見掛けの拡散係数測定結果を表 1 に示す。見掛けの拡散係数は Cl > Cs > Sr の順となり、SFPIC の Cl の見掛けの拡散係数は普通コンクリートの 2 桁～3 桁小さな値となった。浸漬試験期間の経過に伴う元素の進展は僅かであった。浸漬試験期間 30 ヶ月における Cs の見掛けの拡散係数から厚さ 60mm の SFPIC を透過する期間は 400 年間であり、^{137}Cs や ^{90}Sr については 60mm の厚さで大幅な減衰が期待できる。

3-2. 耐放射線性の評価結果

γ線を照射した SFPIC の Cl の見掛けの拡散係数を表 2 に示す。1,000kGy のγ線を照射した SFPIC の圧縮強度は、線量の増加に伴い低下し、健全試料の 173.0N/mm^2 から 149.4N/mm^2 と 14%程度低下したが、一般に超高強度コンクリートに分類される高い圧縮強度を保持していることが確認された。2,000kGy の電子線を照射した SFPIC の強度低下は 3%とわずかであった。

1,000kGy のγ線を照射した SFPIC の Cl の見掛けの拡散係数は、健全試料に比べてやや大きくなったが桁が変わることは無く、2,000kGy の電子線照射では見掛けの拡散係数に変化は生じなかった。

表1　健全試料の見掛けの拡散係数測定結果　（cm^2/sec）

元素	Cs			Sr		Cl		
浸漬試験期間（月）	6	12	30	6	12	6	12	30
SFPIC	1.6×10^{-10}	9.5×10^{-11}	9.5×10^{-11}	3.2×10^{-11}	3.2×10^{-11}	2.9×10^{-10}	2.9×10^{-10}	1.6×10^{-10}
普通コンクリート	7.1×10^{-8}	8.0×10^{-8}	3.9×10^{-8}	1.9×10^{-10}	8.9×10^{-10}	1.1×10^{-7}	8.7×10^{-8}	6.5×10^{-8}

表2　γ線を照射したSFPICのClの見掛けの拡散係数　（cm^2/sec）

放射線の種類	γ線				電子線					
積算線量（kGy）	500		1000		500		1000		2000	
浸漬試験期間（月）	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12
拡散係数	2.9×10^{-10}	5.1×10^{-10}	3.8×10^{-10}	3.8×10^{-10}	1.9×10^{-10}	1.9×10^{-10}	1.3×10^{-10}	9.5×10^{-11}	1.3×10^{-10}	1.3×10^{-10}

参考文献

[1] 荒木邦夫、満木泰郎、進士義正、石崎寛治郎、峰岸敬一、須藤儀一：低・中レベル放射性廃棄物の処理・処分用 PIC 容器、日本原子力研究所、JAERI-M 9389(1981).

*Hiroyuki Sakamoto[1], Hisayuki Komori[1], Kazutoshi Shibuya[1], Kenichi Honma[2], Yasuyuki Ishida[2], Yusuke Sato[3], Ken Tsuruta[4], Kenji Okamoto[4]
[1]Taiheiyo Consultant, [2]Taiheiyo Cement, [3]Tokyo Power Technology, [4] Materras Oume Concrete Industry