

合成高分子樹脂材料の放射線耐性評価

国際建造物保全技術協会 正会員 ○舟川 勲 鬼頭 誠 堀江一志
 鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺 健
 茨城大学 正会員 沼尾達弥
 ジェイアール貨物・不動産開発 正会員 三枝長生
 ダイフレックス 増田健康 東 克洋
 日本原子力研究開発機構 薮 健次 山縣諒平

1. はじめに

平成 23 年 8 月公布の放射性物質汚染対処措置法に基づき、先の福島第一原発事故に伴う除染等により発生した大量の放射性物質を含む土壌や廃棄物を安全・集中的に保管するため、環境省は同 10 月に中間貯蔵施設の基本的な考え方（ロードマップ）を策定・公表している。また併せて公表されている同施設イメージによれば、その貯蔵施設は土中保管型となる可能性が高く、遮水工により内部保管物質の土中への溶出、土中からの地下水浸透等を遮断することが重要と思われる。

このため、本用途に於ける遮水工は、放射線下においても、その遮水性能が持続的に維持されることが求められる。しかしながら遮水工材料の耐放射線性能を評価した実績がないのが実情である。

ここで、本研究で用いた高強度・高密度な超速硬化型ポリウレタン、ポリウレタは、その連続膜の形成と高い物理性能により土木、建築分野における防水材料、遮水材料、コンクリート保護材料として幅広く認知・採用されている。また、これらの実績をもとにすでに遮水工への応用が図られ、大規模な廃棄物処分場への応用なども実用化されるに至っている。上述のように、放射性物質を含む廃棄物の保管施設設置の必要性により、高性能な遮水・防水工の基本性能として、放射線耐性を正しく評価することは極めて重要な課題となる。

本報では合成高分子樹脂材料である超速硬化型ポリウレタン、ポリウレタについて、ガンマ（γ）線環境下における性能評価実験について報告する。

2. 実験概要

本研究における放射線照射は、日本原子力研究開発機構「平成 24 年度下期施設供用利用課題」を利用し、高崎量子応用研究所 コバルト 60 照射施設 第 2 棟第 6 照射施設内にて実施した。使用材料および照射条件を表 1、2 にそれぞれ示す。各種の合成高分子材料でシ

表 1 使用材料

記号	材料
A-1	2 液反応硬化型 超速硬化ポリウレタ樹脂
A-2	2 液反応硬化型超速硬化ポリウレタ樹脂
	+
	2 液反応型アクリルウレタ樹脂
A-3	2 液反応硬化型 超速硬化ポリウレタ樹脂
	+
	2 液反応型アクリルウレタ樹脂(磁性フィラー10%混合)
B	2 液反応硬化型 超速硬化ポリウレタ樹脂
C	塩化ビニルシート

表 2 照射条件

項目	条件
放射線	Co-60 γ 線
空間線量率	10kGy/h
累積吸収線量	0, 1, 3, 7, 10 MGy

表 3 試験項目および試験方法

試験項目	試験方法
(1)引張強度	JIS K 6251
(2)伸び率	JIS K 6251
(3)引裂強度	JIS K 6252
(4)ヤング率	JIS K 6251 よりヤング率 $E=\sigma/\epsilon$ として算出
(5)表面硬度	JIS K 6253 タイプ D デュロメータ
(6)重量変化率	照射前重量 - 照射後重量の変化率

ート形状に成形した試験体に Co-60 γ 線を空間線量率 10kGy/h の照射条件で、約 1, 3, 5, 7, 10MGy の照射を行った。

照射後、試験体を取り出し、各種の物性試験を実施した。試験項目および試験方法を表 3 に示す。シート形状の試験体より引張試験の場合は、JIS K 6251 3 号型ダンベルで打ち抜き、23℃で引張速度 500 mm/min での引張強度、破断時の伸び率を測定した。また、引裂試験の場合は、JIS K 6252 切込みなしアングル形ダンベルで打ち抜き、23℃で引張速度 500 mm/min での引裂強度を測定した。表面硬度の測定は、JIS K 6253 タイプ D デュロメータを使用した。なお、試験体数は、それぞれ 3 本ずつとした。

キーワード 耐放射線, ポリウレタン, ポリウレタ, 遮水材, コンクリート保護材

連絡先 〒151-0053 東京都渋谷区代々木三丁目 24 番 3 号 新宿スリーケービル 4 階 Tel:03-6859-5070

3. 実験結果および考察

(1)引張強度

引張強度および引張強度の保持率の比較を図 1, 2 にそれぞれ示す。A-1 は、2 液反応硬化型 超速硬化ポリウレタン樹脂を中塗り材とし、A-2,3 はトップコートとして2液反応型アクリルウレタン樹脂を施したものである。従って、照射前の強度性能は、多少のバラツキはあるが同様なものである。B は汎用型として利用されている2液反応硬化型 超速硬化ポリウレタン樹脂である。また、A シリーズ、B との比較のため、遮水材料として利用されている塩化ビニルシート (C) についても比較を行った。図 2 より、引張強度の保持率は、A シリーズでは1MGy 時で60%以上、3MGy を過ぎると 50~60%程度で推移していた。B では、3MGy 以降で 30%程度であった。C は 10MGy で非常に脆くなりダンベル打ち抜きできず測定不能となった。

(2)伸び率

伸び率および伸び率の保持率の比較を図 3, 4 にそれぞれ示す。照射前においては B が A シリーズより伸び率は大きなものであるが、3MGy の照射後では、同等の伸び率となっていた。また、伸び率の保持率は 5MGy 時では A シリーズが高いものとなっている。

(3)引裂強度

引裂強度および引裂強度の保持率の比較を図 5, 6 にそれぞれ示す。引裂強度の保持率は、A シリーズは 5MGy において 60%程度、B は 35%程度まで低下していた。

(4)ヤング率

ヤング率およびヤング率の保持率の比較を図 7, 8 にそれぞれ示す。ヤング係数の保持率は、A シリーズ、B とともに放射線による変化はさほどない。C は放射線劣化が進み、硬化したと考えられ、ヤング率が増加していた。

(5)表面硬度

表面硬度および表面硬度の保持率の比較を図 9, 10 にそれぞれ示す。A シリーズ、B とともに表面硬度および、その保持率はほぼ一定であった。C はヤング率が増加した結果と同様に、吸収線量が増加すると表面硬度の保持率も大きくなり、放射線による影響を受ける結果となった。

(6)重量変化率

重量変化率の比較を図 11 に示す。各材料とも放射線による重量減少が明らかであるが、B、C では 3MGy において重量減少が進むのに対し、A-1 では 5MGy まで重量損失が起こらない良好な結果となった。

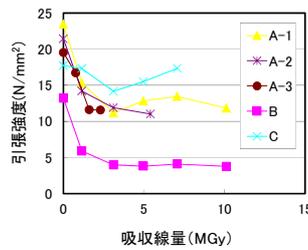


図 1 引張強度

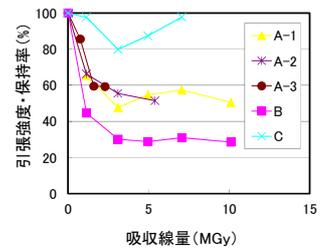


図 2 引張強度の保持率

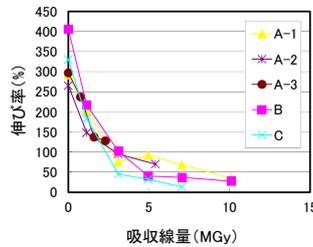


図 3 伸び率

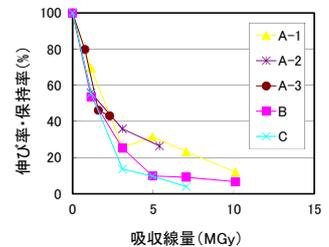


図 4 伸び率の保持率

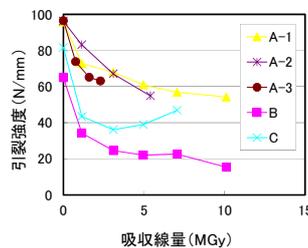


図 5 引裂強度

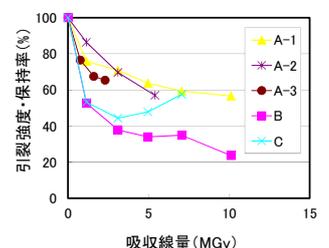


図 6 引裂強度の保持率

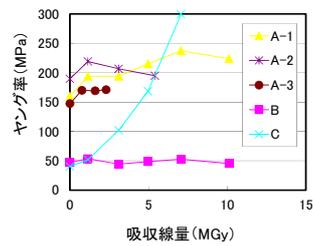


図 7 ヤング率

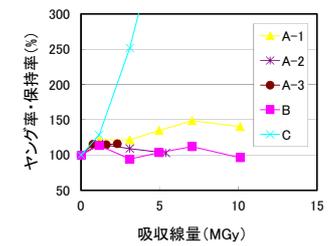


図 8 ヤング率の保持率

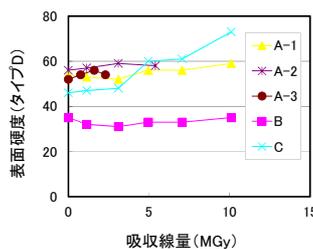


図 9 表面硬度

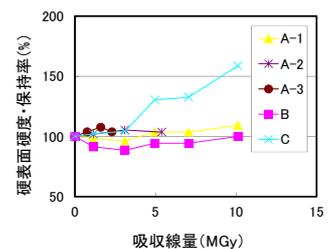


図 10 表面硬度の保持率

4. おわりに

本研究においては、遮水工等で用いられる合成高分子樹脂材料の放射線耐性評価を行った。今後、数十年以上、放射線物質の管理・保管方法が重要事項となり、本知見がその一つの指標となれば幸いである。

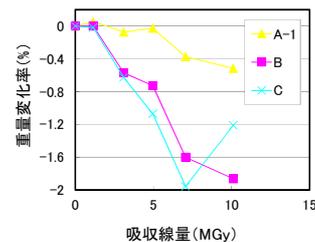


図 11 重量変化率