

## 高強度・高密度な超速硬化型ポリウレタン、ポリウレアを用いた遮水工における放射線耐性の評価と開発

Evaluation and development of radiation resistivity in the seepage control work with high intensity, high-density super rapid curing type polyurethane and polyurea materials

東 克洋 <sup>1)</sup> Katsuhiko HIGASHI	増田 健康 <sup>1)</sup> Takeyasu MASUDA	堀江 一志 <sup>1)</sup> Kazushi HORIE
渡辺 健 <sup>2)</sup> Ken WATANABE	三枝 長生 <sup>3)</sup> Yoshimichi SAEGUSA	沼尾 達弥 <sup>4)</sup> Tatsuya MUMAO
鬼頭 誠 <sup>5)</sup> Makoto KITOU	舟川 勲 <sup>6)</sup> Isao FUNAKAWA	

<sup>1)</sup>(株)ダイフレックス <sup>2)</sup>(公財)鉄道総合技術研究所 <sup>3)</sup>(株)ジェイアール貨物  
<sup>4)</sup>茨城大学 <sup>5)</sup>東京理科大学 <sup>6)</sup>緑と水の協会

### (概要)

防水工や遮水工として実用化されている超速硬化型ポリウレタン樹脂およびポリウレア樹脂に関し、放射線によりどの程度影響を受けるか経時で各種物性変化を確認した。ポリウレタン樹脂よりもポリウレア樹脂の方が、良い放射線耐性を示すことが判明した。

キーワード： 耐放射線、ポリウレタン、ポリウレア、防水材、遮水材

### 1. 目的

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、防水工および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。しかしながら、防水材および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。

このため、地下構造物の防水工や大規模な廃棄物処分場の遮水工として実用化されている高強度・高密度な超速硬化型ポリウレタン樹脂およびポリウレア樹脂について、その性能が放射線によりどの程度影響を受けるかを確認し、より耐性の高い材料開発につなげることを目的とした。

### 2. 方法

シート形状に成形した超速硬化型ポリウレア樹脂等の試験体(表 1)に Co-60  $\gamma$  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(表 2)。

吸収線量照射ごとに、試験体を取り出し、JIS A 6021 等の方法に従い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°C 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°C 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。

### 3. 結果及び考察

#### (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樹脂で、A-2, 3はA-1に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塗布したものである。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シリーズおよびBとの比較のため、防水材料・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。

これらの結果から、超速硬化型ポリウレタ樹脂は、ポリウレタ樹脂よりも良い放射線耐性を有していることが判明した。今後、当該結果を基に現状よりも放射線耐性を有する材料開発につなげたいと考えている。

### 4. 引用(参照)文献等

東克洋(ダイフレックス), 超速硬化ポリウレタ塗膜による海底トンネルの側壁防水施工事例, 防水ジャーナル, 2008, 39巻, 2号, p.48-49

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ン樹脂
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ン樹脂(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 $\gamma$ 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 A 6021 (JIS K 6251)
(2)伸び率	JIS A 6021 (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

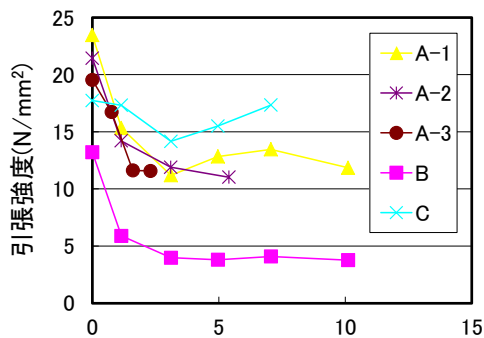


図1 引張強度

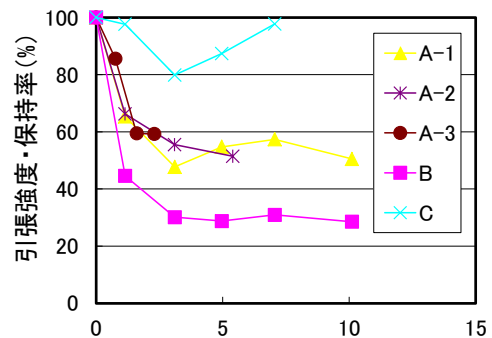


図2 引張強度の保持率

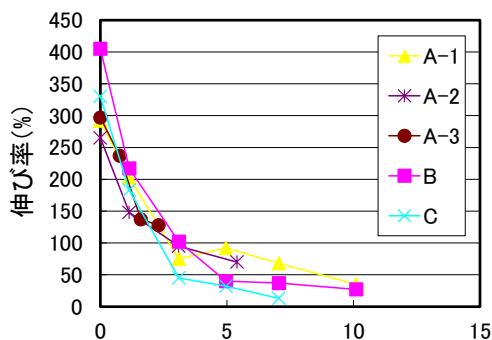


図3 伸び率

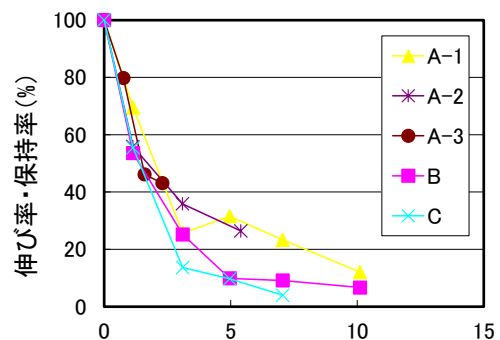


図4 伸び率の保持率

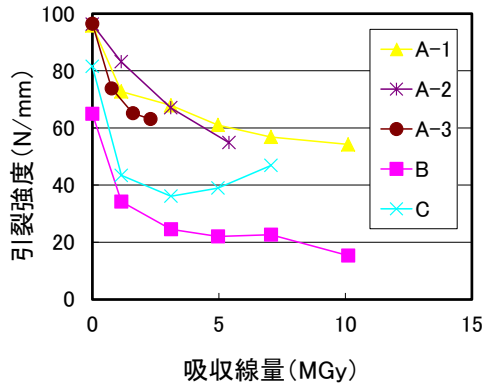


図5 引裂強度

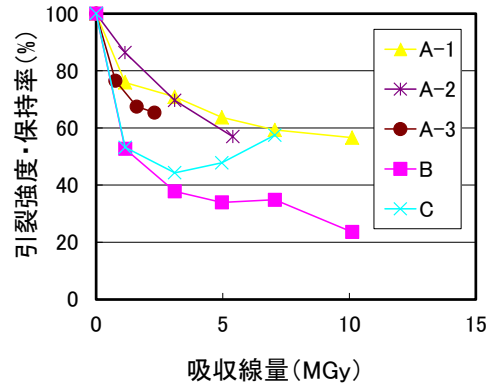


図6 引裂強度の保持率

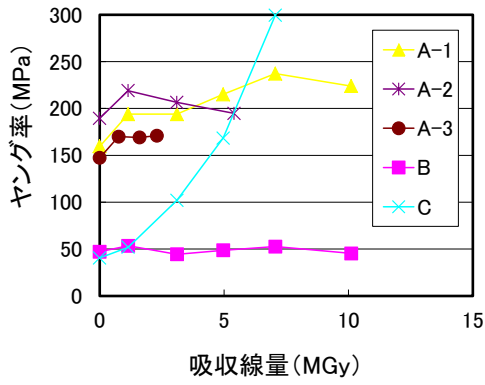


図7 ヤング率

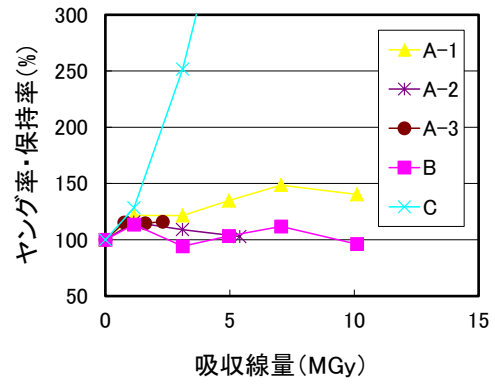


図8 ヤング率の保持率

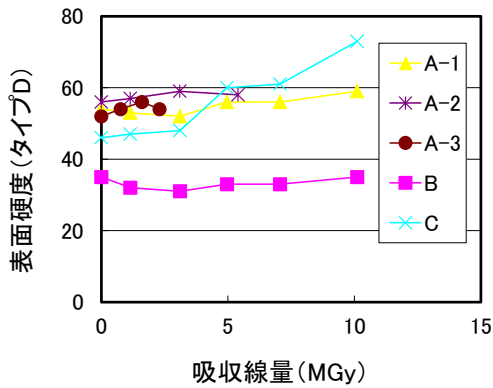


図9 表面硬度

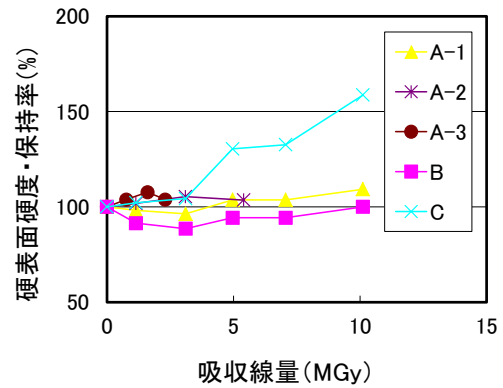


図10 表面硬度の保持率

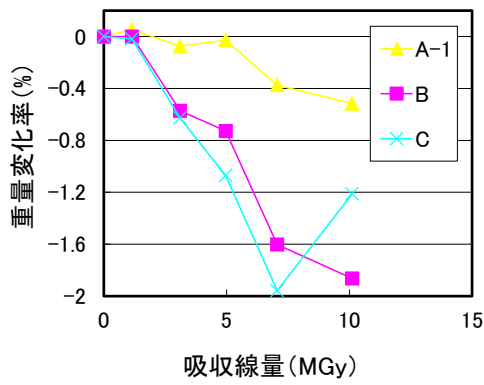


図11 重量変化率