

震災復興への寄与を期待する 新規放射線遮蔽素材の開発



岡崎 智鶴子*
Okazaki Chizuko



三田 直樹**
Mita Naoki



金井 豊**
Kanai Yutaka



坂本 靖英***
Sakamoto Yasuhide

1 はじめに

2011年3月11日に発生した、宮城県沖を震源地とするマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震とその後の大津波は、東日本の各地、特に沿岸地域に大災害をもたらした。なかでも東京電力(株)福島第一原子力発電所事故は、国際原子力事象評価尺度(INES)による影響度の指標ではレベル7で、核燃料体のメルトダウン、放射性物質による環境汚染というこれまでに経験したことのない最大級の原子力事故となり、1日でも早い復旧作業が望まれている。筆者らも一国民として何ができるかが大きな課題であると考えている。

2011年10月末に一部の原子炉建屋のカバーが完成し、 ^{137}Cs 放出量は事故直後の1/1,300万に収まりつつあるというが、同年12月の時点でも毎時 $6 \times 10^7 \text{ Bq}$ の ^{137}Cs が放出され続けている¹⁾。その年の年末には事故収束に向けた工程表「ステップ2」にある冷温停止状態が宣言されたが、これで原発事故が収束したわけではなく、今日でも廃炉に向けた険しい道のりが残されている。また、既に放出された莫大な量の放射性物質の除染・回収なども今後の大きな課題である。

これらの対処作業においては、放射線からの

遮蔽が不可欠にもかかわらず、簡便な防護服は放射性物質の付着を防ぐためのものであり、放射線の遮蔽までは不可能である。このため、建造物内や敷地からの放射線は、人や機械による復旧作業の大きな妨げとなっている。 γ 線などの放射線を遮蔽する能力が高い鉛は、重金属の中では柔らかい方だが、復旧作業をするには固くて使い難いと思われる。

これまでも、遮蔽物質をプラスチックやゴムなどに入れて放射線の遮蔽機能を持たせた物質などが開発されてきている。その一方で、筆者らは柔軟性と弾力性を兼ね備え、微粉体を均質に含む膜・板・パテ等を室温・常圧で簡単に作ることでできる技術²⁾を開発していた。そこで、復興促進に微力でも協力できないかと、鉛の含有率の高い新規素材組成物を試作したところ、 γ 線に関する遮蔽能を確認できた。この鉛を含む新規素材組成物を、復旧作業時における被ばく低減化や電子機器等の被ばく防止などに応用することを期待して検討を進めつつあるので、関連分野の今後の発展につながることを期待して、簡単に紹介したい。

2 新規素材組成物の概要

筆者らが開発した新規素材組成物²⁾は、3種

類の素材から構成される。素材の1つは、筆者らが“OK液”と命名したアクリル系・酢酸ビニル系の有機高分子化合物などで構成されるエマルジョンである。2つ目の素材は、有機シリコン樹脂やその他の樹脂のペーストであるが、市販品の“シリコンシーラント”が利用できる。3つ目の素材は、粉体であれば原料は無機物や有機物あるいは生体など何でもよく、数種類の混合物でもよい。

一般に、有機シリコン樹脂などのペーストと粉体の均一な混合は難しいが、筆者らが開発した“OK液”を混ぜることで、室温と大気圧下という非常に取り扱いやすい条件下で均一性の高い組成物が得られる。シリコン高分子のペースト状樹脂を乳化剤することは従来困難と考えられていたが、混合し難い2種類の物質に対して“OK液”が両者と親和して混成が可能となったと考えられる。これは、界面活性剤が油と水を乳化させることによく似ている。

また、粉体の原料が固い場合でも、その配合比率を変化させることで、ペースト状や粘土状、あるいは硬軟のゴム状など柔軟性、弾力性や堅牢性を調整できる利点があり、パテや成型品として活用できる。

さらに、粉体としては今回紹介する鉛のみならず、木材の粉体なども利用して、弾力性のある新たな素材を作ることも可能であるため、廃材処理の促進も期待できる。

3 鉛を含む新規素材組成物の試作と γ 線遮蔽能の評価テスト

本研究では、粉体として鉛粉末を用いて、新規素材組成物を試作した。6gの“OK液”に、1gのシリコンシーラントを加えて混合し、エマルジョンとした。これに25gの微粉末状の鉛（純度90%以上）を加えて混合し、ペースト状にしたものを型に入れて、厚さが約2mm、直径が約45mmの円盤状に成型した。この成型体は、室温と大気圧の下で自然乾燥によって固化したが、急ぐ時は加熱しても良い。乾

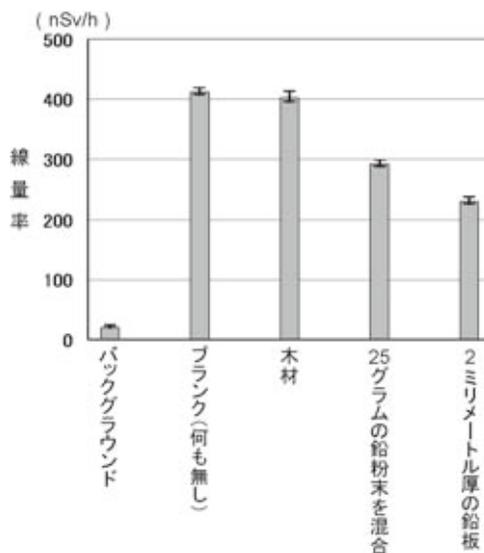


図1 鉛含有新素材による γ 線の遮蔽効果

燥固形物は、重量比で約86%の鉛を含んでいた。

この試験片を用いて、予察的に γ 線の遮蔽能を評価した。放射線源には ^{133}Ba (356 KeV)を用い、線源から15cm離れた位置に5cmの鉛ブロックで囲ったシンチレーションカウンター((株)堀場製作所, PA-100)の検出器をセットし、その検出部の前を試験片で覆って線量率の変化を調べた(図1)。2mm厚の鉛板は非遮蔽状態の54%にまで線量率を遮蔽・低減化した。鉛含有試作品では非遮蔽状態の70%前後に低減化しており、2mm厚の鉛板の70%ほどの遮蔽効果が期待できた。

また、4gの“OK液”に2gのシリコンシーラントを加えて混合し、18gの微粉末状の鉛を加えて、厚みが約1.5~2mmで約5.5cm四方の正方形に成型した乾燥固形物(重量比で約80%の鉛を含む)では、指で力を加えてほぼ直角に変形させても破壊せず、指を離すと元の形に戻っていった。このように、試作品は放射線遮蔽効果のほかに、

- ①鉛板よりも容易に曲げることができ、力を外すと自然に元の形状に戻る

②カッターやハサミで容易に加工できる等の特徴を有していることが分かった。

4 おわりに

本研究では鉛を例にしたが、鉛以外でも放射線遮蔽能を有する硫酸バリウムなどの粉体も適用可能であろう。ホウ酸などを混入して成型すれば、中性子吸収も期待できよう。これらの新規素材組成物を放射線防護服に適用した場合には、放射線の遮蔽能力が期待でき、しかも体を動きやすくする効果が期待できる。さらに、塗装して機器類の外装表面を被覆することで放射線による誤動作を防止したり、現場で自由自在に成型することも可能である。また、この新規素材組成物は、様々な種類の粉体を使用して固化体の性能を調節できるので、多目的に役立つことが可能と考えている。

筆者らは素材の専門家ではないが、この技術

が復興関係者に大いに役立つことを期待してやまない。更にいえば、筆者らの技術に限定せず、本稿の掲載がより良い関連技術・研究の促進と高度化につながり、1日でも早く震災・放射線災害から日本が復興することを願うものである。

参考文献

- 1) 読売新聞朝刊「冷温停止状態」宣言，2011年12月17日付。
- 2) 日本国特許第4590509号，英国特許第2404919号，カナダ特許第2485133号，米国特許第75179237号。

(*十勝の自然史研究会，産総研客員研究員，
**産業技術総合研究所 地質情報研究部門，
***産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門)