放射エネルギー源としてSr^{90}を用いる発光塗料の研究

仁木栄次・白井ひで子

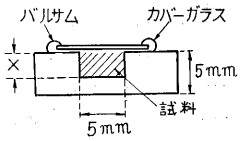
計器の文字盤，夜光時計等に用いられている発光塗料は残光性螢光体 ZnS/Cu（あるいは ZnCdS/Cu）に放射エネルギー源としてα線を多く出す Ra, MsTh, RaTh 等を混合し，接着剤を添加して塗布して用いる．これら天然の放射性元素は非常に高価な上，主としてα線による結晶破壊のため[1] 螢光輝度も比較的早く減衰するので，Ra のように半減期の余り長すぎるもの（半減期 1700年位）を用いることはむしろ不適当と云えよう．

最近においては半減期の比較的長い放射性同位元素が多量にできるようになったので，それらの発光塗料への応用が考えられてきた．α線を出す適当な半減期のものは現在見当らないが，β線源として Sr-Y(90)[2]が有効であると云われる．ここでは Sr^{90} を Ra と同様の使い方をして発光塗料を作った場合の粉末輝度を螢光輝度計によって験べ発光塗料の放射エネルギー源としての優劣を比較したものである．

発光粉末の調整　螢光体はこの実験においては従来より Ra を用いて実験を行っていた数種の ZnS/Cu, ZnCd S/Cu と，その他に ZnS/Ag, Zn_2SiO_4/Mn および ZnCd S/Ag を用いた．Zn Cd S/Ag は大日本塗料において X線用およびテレビのブラウン管用として作られたのである．

Sr^{90} は Carrier free で硝酸塩の酸性水溶液である．始めの実験は 0.5mc/1c.c. 後の実験は 0.2mc/1c.c. の濃度に稀釈して用いた．

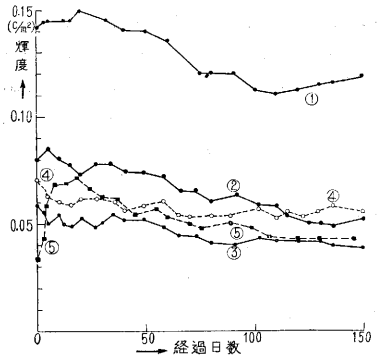
まず螢光体 0.1gを小型磁製坩堝に採り，それに Sr^{90}の水溶液を一定量添加し，始め水浴上乾燥後，110°C の空気浴で約15分位乾燥する．この方法で螢光体 1g 当り Sr^{90} を 0.5mc より 4mc の間，量を変えて添加し，これを第1図のエボナイト製の測定容器に入れ，カバーガラスをバルサムで封じ，島津燐光輝度計を用いて測定したものである．試料螢光体は通常 0.1g程度になる．



第 1 図　粉末試料容器
×…普通3mmを用いる

測定結果　第 2 図は従来の残光性 ZnS/Cu を用い，それぞれ Sr^{90} と Ra を放射エネルギー源とした場合の比較である．Sr^{90}(25年) $\xrightarrow{\beta}$ Y^{90} (2.54日) $\xrightarrow{\beta}$ Zr^{90} は使用の最初より放射平衡にあるため，混合当日より輝度はほとんど一定で，螢光体の破壊と放射能の減衰に基いて少しずつ明るさが減少して行く．

Ra を用いた場合には混合時乾燥操作によって Rnが完全に失われるため，Ra $\xrightarrow{\alpha}$ Rn…RaC′までの放射平衡に達するまで放射エネルギーの増加と共に螢光輝度も上昇する．[1] 普通混合後 20日位を最大として以後は螢光体の破壊に基く輝度低下の方が著しくなる．



第 2 図　経過日数と粉末輝度変化

① Zn S/Cu(N社)　4mc Sr^{90}/g
② 同上　2mc
③ 同上　1mc
④ Zn S/Cu(E_{de} H社)　1mc Sr^{90}/g
⑤ Zn S/Cu(N社)　0.1mc Ra/g

Sr^{90} を用いた場合の螢光輝度の低下と Ra を用いたときの低下を比較したのが第1表である．

初輝度は Sr^{90} のとき 0～50日の平均としたが Ra を使用のときは10～40日の平均を採った．

この表より見て Sr^{90} (Y^{90}) のβ線破壊の方が Ra系列のα線破壊より少ないことが分る．Sr^{90} 2mc/g のとき比較的減衰率の高いのは混合時の操作にもよると考えられる

第 1 表　螢光輝度の減衰率　＊ 10-40日の平均

種　類	放射エネルギー	0～50日平均 c/m²	100～150日平均 c/m²	減衰率 %
Zn S/Cu (D社)	Sr^{90} 4mc/g	0.143	0.103	24.5
同　上	Sr^{90} 2mc/g	0.078	0.053	32
同　上	Sr^{90} 1mc/g	0.053	0.042	21
同　上	Ra 0.1mc/g	0.067＊	0.042	37
ZnS/Cu (E_{de} H社)	Sr^{90} 1mc/g	0.061	0.055	10

第 2 表　各種螢光体の Sr^{90} および Ra による輝度

種　類	Ra 0.1mc/g (3日目)	Sr^{90} 1mc/g	Sr^{90} 2mc/g
Zn Cd S/Ag (テレビ用)	0.031	—＊	—＊
Zn Cd S/Ag (X線用)	0.047	0.021＊	0.048 ＊
Zn_2SiO_4/Mn (陰極線用)	—	0.0031	0.0055＊
Zn S/Cu (Ede H社)	0.037	0.040	0.064
Zn S/Cu (D社)	0.032	0.034	0.049

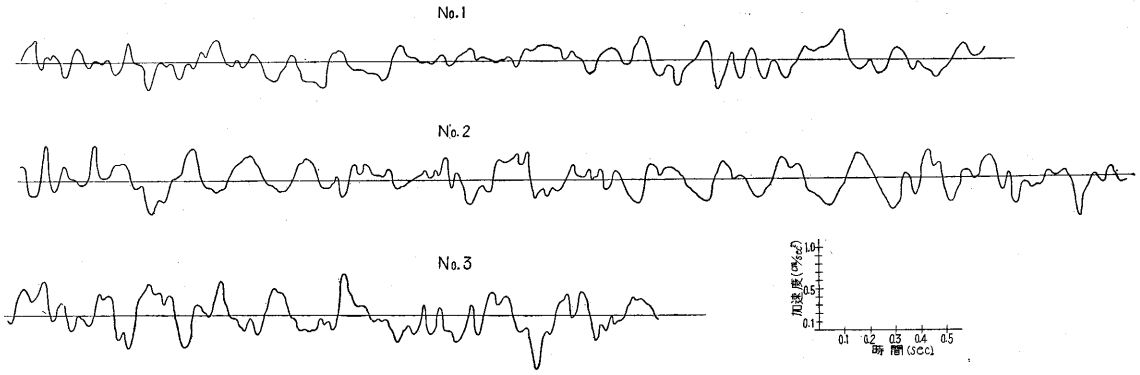
＊ Sr^{90} の混合操作に不十分な点があったので再実験中のもの

さらに第 2 表は螢光体の種類を変えて試験を行ったものである．ZnCdS/Ag は ZnS と CdS の混晶で活性剤として銀を入れた螢光体であるが，特にX線用に作ったものが放射エネルギーに対し輝度が高かった．

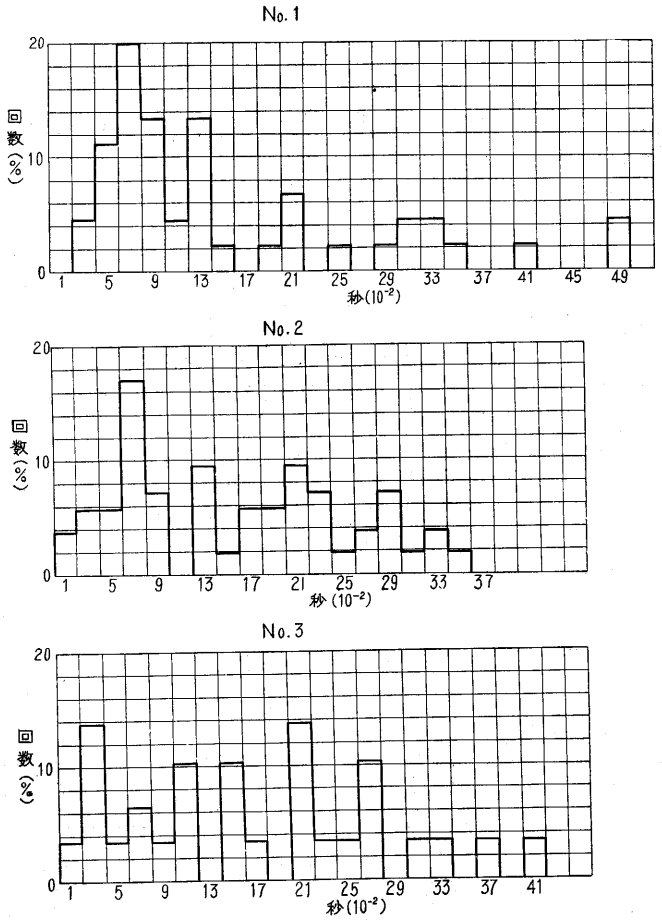
なお Ra は $RaBr_2 \cdot 2H_2O$ を適当濃度の水溶液 (0.1 mc/1c.c.) にしたものであるが，Sr^{90}は硝酸塩で硝酸酸性の水溶液の形で輸入される．したがって混合時に微アルカリ性までに中和することと，稀釈度を適当にする事が必要であった．すなわちこの操作を十分にしないと Sr^{90} が乾燥時に容器の壁につたわり，螢光体面に付着しない事と，螢光体が遊離硝酸により破壊される恐れがある．

むすび　発光塗料の放射エネルギー源は従来もっぱら Raを使用していたが，Sr^{90}を用いて十分な輝度が得られる事が明らかになった．螢光体の破壊も少なくエネルギー源からのγ線もないので Sr^{90}の方がむしろ優れた発光塗料を作り得るものと考えられる．　(1956. 1. 24)

文献　1)　仁木：生産研究 **5** 211 (1953)
2)　田島：螢光体同学会，昭28-12-16



第 3 図　堤　体　振　動　記　録



第 4 図　上椎葉拱堰堤振動周期頻度曲線

最大加速度振幅の最大値は半振幅で 0.65gal, しばしば現われる大きな振幅は 0.4gal 程度である．先に述べたように振動の大きさとゲートの開度には関係があるようである．

すなわちゲート開度が 3.1m の間は振動が大きくこれをさらに開きはじめるとともに振動が微弱となり，全開して再び閉じはじめ開度 2.3m に至るまでは微少なふれを持続し，それ以後開度 2.3m で放流している間は振動を認め難い．このダムの自己振動週期については設計当時堤高が 130m になるとの想定のもとに研究が行われ次表の如く推定されていた．

模　型		週期(相似律により換算せる値)		
材料	縮　尺	第1次	第2次	備　考
寒天	1/1000	0.27 sec	0.19 sec	空虚時
〃	1/667	0.25～0.26	0.17～0.18	〃
〃	1/500	0.26	0.18	〃
ゴム	1/400	0.35	——	〃
〃	1/400	0.40	——	満水時

完成した堰堤の堤高は 110m であって上記の実験に予想された高さより 20m 低いことを考慮すれば週期 0.21 秒および 0.29 秒前後の卓越週期は不規則な強制力によって誘起された堤体の自己振動週期を示すものと推定される．ただその値が上記の予想値 0.40 秒に比しやや小さめの如くである．

そのほかに存在する短週期の卓越週期については原因を推定し得ないが溢流部およびゲート部から発生する強制振動ではないかと考えられる．終りに九州電力株式会社土木部および上椎葉発電所建設所に対し感謝の意を表するものである．この測定装置の購入および設置は中間試験研究費によったものである．　(1956. 1. 19)