

日本大学生産工学部	正会員	・ 岡 本 但 夫
日本大学生産工学部	正会員	木 田 哲 量
日本大学大学院	学生員	大 井 淳

1. 前 言 昨年の土木学会講演会で発表しまして以来本課題について各方面から御批評をいただきましたが主に電気関係の方々からCdSの寿命について疑問視される向が多ございました。前回発表の案ではCdSの建設費は661億余となって全工費の約4割を占めており、之が数年しか持たないでは全計画としても大問題です。よって今回は右のCdSの寿命問題の研究を行、結果劣化の進行の原因となる温度とその日中較差を低減する事により寿命の大幅延長も可能になるとの結論に達し、海中より冷い水を大幅に供給する、すなわち土木的方法による寿命延長を計画した次第であります。

2. 総論 CdSセラミックの寿命 前回の案も海水を用いてCdSの冷却を図ったものであったが右はレンズによって25倍に濃縮された日光の熱に対し普通のCdS電池並にその温度を100度程度に収めるのが目的であったが今度はそれを45°C以下に下げて寿命の延伸を期した点に特色があり冷却用水も質的に量的に大きく変化し、対応する施設も変化した。近年CdSの電気転換効率の急速な進歩はCdS及び不純物の分子の組合せにより捕捉する様加工されたもので之により自然のまゝの数倍の効率を得た。近年物質構造理論の進歩により現実の物の強度は一般に電気力理論より計算された値より2~3割小さい。右は無数の格子欠陥や傷がある。之等の欠陥は所はエネルギーに集中される。外から力が加わると之等エネルギーが働いて少しづつ永久的変化が起る。これがクリープである。しかし温度が上がると分子の運動が激しくなつてクリープが増大する。かくて折角作り上げられたCdSセラミックの特別な平が次第に崩れて電気の転換効率が落ちてくる事になる。すなわち高温と反覆荷重が最大の敵で之を下げうる。従つて温度較差も減少する事が寿命の延伸に直接つながる事になる。しかしCdSは無機物であるから複雑な高分子の有機物の如く光そのもののエネルギーで永久変化とする事は先ずないものと考えられる。CdSセラミックの耐用年に関する既往の研究として松下電器産業株式会社が行ったものがある。今回社の発行した特別報告「世界初のセラミック太陽電池、飯田義男、店田栄一両氏著」の一部を拝借させていただければ次の如くである。

「……、保護樹脂に封入していない裸のサンセラム素子は高温多湿の環境に放置されると永久劣化を示す。しかし保護ケースに封入されたものは例えば80°Cで数時間劣化を示さない。また実際の屋外暴露条件では外気の温度変化に伴う温度サイクル、紫外線による樹脂への影響等いろいろな問題があり、現在も継続して検討中であるが数年間の寿命は保証される見通しである。実際の使用環境を実験室的再現して加速試験を行った結果では2万時間以上の耐候特性をもっている。以下略」

以上によれば相当苛烈な環境の下に2万時間以上の耐用期間がある。1年は $365 \times 24 = 8760$ 時間であるが我々の場合は夜はお休故その半分の4380時間である。すなわち4.57年となる。その環境と我々の場合とを比較すれば表-1の如くなる。なお本

試案の場合にはCdS層は直接外気には当たらない。以上により本計画の場合CdS層の耐用年限は少なくとも7年は期待したい。

3. 排熱方法、今回の論文の中核をなすCdS層内よりの排熱方法について述べる。先ずCdS層の下に導電用銅板を通すが右銅板が極めて薄い(厚さ0.2mm)のと、銅は熱の最良導体であるので之には問題は無い。その下には電気絶縁のゴム層があるが、一般に物の電気と熱の伝導は共に電子が関与するのでその性質は両者併行的

表 - 1

	松下電器	本試案	
CdSの温度	80°C	45°C	冷却水による
温度変化範囲	20~100°C	0~45°C	八丈島南方海面

で電気には絶縁、熱には良導という都合のよい物質は仲々見当らない。ゴムのみは電気には強い絶縁体ではあるが熱はどうか通すので之を採用したが金属に比べると桁及至る相対伝導度が低いので之が排導熱過程の最大隘路になった。すなわち厚さが0.1mmのものでも層の両側で約10℃の差が出来る。しかし余り薄くすれば電気の流れの方があやしくなるので0.8mmにした。ゴム層を通った熱は鋳鉄、ステンレス層を通して海水層内の層流層を通して乱流層に入る。層流層は水分が混入して流れて各部分の温度はほとんど均一になる。この間熱の伝導にゴム層に次いで大抵抗をなすものは海水中の層流層である。如何なる流れにも壁の附近には必ず層流層が出来ることが厚さ6mmの開水路では流速70cm/秒の場合約0.2mmの層流層が出来て層の両側で約10℃の差がつく。よって右層流層の伝熱力を増すため接触面積の増大を図った。すなわちステンレスと海水との接触面を鋸の歯状にし、之により右接触面積を約4割増加した。鋸の先端と付根とでは1.3mmの差が出来たが之は金属の熱の良導性により両者の差は極く僅少であった。(右差は0.28℃) しかして海水に接触している所は防錆上ステンレスを要するがその内の方はより低廉な鋳鉄を以て埋めた。両者の熱伝導率はほとんど同一である。乱流層は11cm おきにCdS盤の下を過ぎるごとに熱を受け、かくして22秒かかって150所のCdS盤の下を通して後海中に放出されるがこの間に海水は約22度暖められる。小枝管、大枝管及び海中よりの海水汲上げ管は流量に比し表面積が小さく熱の出入は僅少なので省略する。海水の温度は黒潮の場合夏は28℃位、冬でも20℃位で、之では我々の目的とするCdS層の温度を45℃にするには余りに差が少いのもっと海の深い所から冷たい水を取る事にした。よって海面下50mの所で20℃の海水を取る計画にした。之により海中よりCdS面に到る各層の推定温度は表-2の如くなった。

表 - 2

場 所	温 度(℃)
CdS層内	42.10
銅 板	42.02
銅板とゴム界面	42.01
ゴムと鋳鉄界面	33.31
ステンレスと鋳鉄界面	32.03
ステンレスと海水層流界面	31.95
層流と乱流の界面	22.25
乱流末端	22.25
水深50mより小枝末端迄	20.00

4. 集光盤の改良。集光盤は前回には下の構造に合わせて同半径の円形としたが同盤は水平と10度の傾を持っているので多くの集光盤群が同じ方向に回転(太陽の方向に向けて動く)する場合には集光盤面は射影面上では重ても実際高さの差により衝突はしないので此度は集光盤面の上の方を伸ばして従来ブロック間の中間であった所の上空に迄伸ばし、之によって収容レンズ数も2087より2470個に増す事が出来、之によって今次冷却用水の大幅増による建設費増加の影響をよくカバーする事が出来た。以上の外光頭の浮ブロックの設計詳細、外翼部の構成改良、並に浮ブロック間の対流構造の改良案が別述の論文として提出せられている。

表 - 3

i) 施 設	寿命(年)	金 額(億円)	年間消却(億円)
集光ブロック	15	407.577	27.172
中間のゴム膜	8	10.000	1.250
外翼部	15	30.000	2.000
光頭の浮ブロック	25	31.800	1.272
礎塊及テーブル	25	87.200	3.488
送電施設	15	87.200	5.813
導水施設	12	105.959	8.830
小 計		759.736	49.825

ii) 上部(集光盤上)	寿命(年)	金 額(億円)	年間消却(億円)
レンズ	8	76.351	9.544
反射鏡	8	68.234	8.529
CdS膜	8	853.424	106.678
導水管	10	85.719	8.572
外装施設	15	82.357	5.490
小 計		1166.085	138.813
以上合計		1925.821	188.638
その他一切	15	192.582	12.839
総 額		2118.403	201.477

5. 建設費と消却。前回に比し上記の如く試案の改良を行った結果建設費其他は表-3の如くなる。しかして変化なか、た所は物価上昇率7%だけ補正計上した。以上により年間消却費201.477億円、発電量13.1203億kWhに1kWh当り15円36銭となる。

註。CdS膜は耐用年を7年、その他の材料を平均で8年とする

iii)	発電量	
	年当出力	13.1203億kWh
	設備容量	127.8万kW
iv)	1kWh当工事費	161.46円

終りに当り本論文の作成に協力して下さい、た日本大学生産工学部土木工学科卒業生、中川弘嗣工学士、佐藤孝一工学士並に同科学生伊藤栄太郎、漆戸修一両君に感謝の意を表します。