

所 外 発 表 論 文 等 概 要

〈推 進 性 能 部〉

**Numerical Simulation of Flow Controlled by
MHD Effect (2-D Laminar Flow)**

MHD 効果により制御された流れの
数値シミュレーション (2次元層流流れ)

日夏宗彦・児玉良明
昭和61年5月
関西造船協会誌

物体まわりの流場を制御して、その流力的特性を改善しようとする試みは古くから行われてきた。本研究は、電磁力を利用した流場制御の可能性について、現在急速に発達している数値流体力学 (CFD, Computational Fluid Dynamics) の手法を用いて研究したものである。

いわゆる MHD (電磁流体力学) の実験的研究は非常にコストがかかるものであって、この種の研究には CFD は欠かせない。ここで用いた計算手法は Navier-Stokes の方程式の差分解法の一つで ADI 法の一つである近似因数分解法を用いた。プログラムの正当性を

確かめるために厳密解が知られている Hartmann 流れを計算した。計算結果と解析解の一致は良く、計算手法の妥当性とアルゴリズムの正当性が確認された。

MHD 効果による具体的な流場制御例として、2次元層流内部流れ及び外部流れをとりあげた。内部流れとしてはダクト流れ、外部流れとして楕円柱 (長軸短軸比 3 : 1) を計算した。

ダクト流れでは電磁場の影響がないときは流路拡大部において流れの剥離が認められた。しかし流れに直角方向に強磁場を印加することや、或は、大きな電磁力が流れと逆方向に作用するように電磁場を印加することで、流れの剥離は消滅することが示され、電磁力による流場制御の可能性が示された。

外部流れでは、広範囲な流場に強い磁場を印加することが困難なために、物体後方に現われる双子渦を消滅させるようなことはできなかった。しかしながら、電磁力を流れの方向に印加すれば、流れの剥離点が下流にずれることが認められた。

今後の問題として、MHD 効果が乱流場に及ぼす影響を明らかにすることが残されている。

〈構造強度部〉

Parametric Study on the Dynamic Response of
Floating Compliant Structures
in Regular Waves

浮遊式可撓性構造物の規則波中動的応答に関する研究

遠藤久芳・星野邦弘

昭和61年4月

Proceedings of the Fifth International
OMAE Symposium

様々な寸法や剛性を有する一般的な浮遊式可撓性構造物を対象として、規則波中における振動応答特性を調べるために、自由振動と波強制振動の解析を行った。

自由振動解析においては、チモシェンコ梁の振動方程式を浮遊する平板型構造物に適用すべく拡張し、垂直曲げと捩れの2種類の非連成振動の固有振動数と振動モードを解析した。この解析により、構造剛性の特性を表わす以下の4項目に関する無次元パラメータそれぞれの振動応答に及ぼす影響を明らかにする事ができた。

- (1) 剪断変形影響 (2) 回転慣性影響
(3) 捩り剛性 (4) 復原力・曲げ剛性比

一般の船舶のように可撓性の小さな構造の場合には、上記パラメータのうち(3)と(1)の影響が大きく(4)は無視できる程度であるが、可撓性が大なる構造では(4)が支配的となり(1)~(3)の影響は小さくなる。(3)を無視できる場合には、捩れ振動における固有振動数と振動モードのプロフィールが垂直曲げ振動のものと同じとなる。(3)が有為な値を持つ場合には捩れ振動の固有振動数を全固有モードについて一様に若干上昇させると共に、構造物端部においてモード形状を歪める事が明らかにされた。

波強制振動の解析においては、構造系を垂直曲げ振動するオイラー梁としてモデル化してモード重ね合わせ法を精度良く適用する手法を示した。また、平板型構造の振動応答解析において通常は、無視される水平方向波強制力を、等価な垂直方向強制力としてモード法に算入する手法を示し構造物の曲げ応答に与えるその影響を検討した。その結果、モード法を用いた応答計算において精度上必要なモードの数は前述のパラメータ(4)と船長波長比(L/λ)に支配されること、および水平方向波強制力が構造物の曲げモーメント応答に大きく影響する場合のあること、等が明らかにされた。

多層エキスパンドメタルの抵抗溶接に関する研究
(第1報)

加圧力が剪断強度に及ぼす影響

Study on Resistance Welding of Expanded
Metal into Multi-layer (1st Report),
The effect of welding Pressure
on shearing strength

小林佑規

昭和61年4月

溶接学会全国大会講演概要第38集

フェロセメントの補強材は、織金網および溶接金網等が積層されて用いられる。積層金網は、一様な厚さを有していることがフェロセメントの強度特性上極めて重要である。現在まで、積層金網は、針金により固縛され一定の厚さに成形されているが、この作業には多くの時間を要する。このため、本研究は、5層に重ねたエキスパンドメタルの層間の溶接を行いフェロセメント用補強材を開発することを目的とした。積層金網の層間が溶接されることにより、立体的な網目を有する補強材が成形され、剛性の向上とともに積層金網成形上の省力化が期待できる。

供試エキスパンドメタルは、軟鋼製であり、JIS規格のXS-31である。溶接は、加圧力、通電電流および通電時間を系統的に変え、単相交流プロジェクトン溶接機により行った。

本研究に類似する溶接は、未だ見られないので、第一ステップとしては、溶接現象を把握することおよび層間の溶接交点が高い強度を得るための溶接条件を見出すことにある。溶接結果を加圧力と抵抗発熱量および層間の剪断強度との関係についてとりまとめると、次のとおりである。

(1) 加圧力は小さい方が抵抗発熱量は増加し、剪断強度が向上する。溶接条件によっては、降伏点に近い強度が得られる。

(2) 抵抗発熱量がある限界値を越えると、溶接交点に散りが発生する。

(3) 散りの発生は、剪断強度を低下させることがある。短時間に大電流を通電する溶接の場合は、散りが発生しても剪断強度の低下とならないが、長時間で小電流を通電して入熱する溶接の場合は、散りが発生すると剪断強度の低下となる。

〈機 関 動 力 部〉

船用ディーゼルエンジン摩耗状態の 分光分析によるモニタリング

Spectrometric Oil Analysis
of Marine Diesel Engine

山岸 進・福田誠治
昭和61年 4月
潤滑 31巻 4号

船用燃料の低質化に伴って、機関摩耗が重要視されているが、機関を開放せず実際の摩耗進行状況を数量的に把握することが難しく、関連する因子とその影響については不明な点が多く残されている。もし摩耗状態を感度良くモニタする事ができれば現象の解明が進み、未然に重大な損傷を避けることが可能となる。

このため、潤滑油中の金属量を原子吸光で分析する研究を1982年に開始し、これまでに多数の大型2サイクルディーゼルのシリンダトレインを継続分析してきた。また同時に関連データを集取し多変量解析を行っている。これまでに得られた主な知見は次のようである。

(1) Fe濃度は、運転初期においてシリンダ毎の差が大きく、その差は時間経過と共に小さくなり、全シリンダのFe濃度はほぼ一定値の近くを変動する。これから初期摩耗の期間は凡そ2000~2500hと推定される。

(2) 同一試料を回収率の異なる方法で処理することにより原子吸光でも粒径変化をある程度推定できる。

(3) 主成分分析により、C重油(船用)の一般性状分析値を主要な総合特性で表現できる事が分った。さらにこれを使った分析により、定安期の機関摩耗にとって燃料が直留残さ系かどうか最も関係が深いと推定される。

この研究は、現場で起きている入り組んだ条件の現象をどのように捉えるかを一つの目標としており、多くのデータの蓄積が必要で現在も進行中である。

船用鑄鉄仕切弁の加圧試験—JISF7363—

The Experiences of the Cast Iron Gate Value
for Marine Use

山倉康隆・前橋正雄
菊池正晃・天田重庚
昭和61年 5月
船用機関学会春期講演論文集

船用鑄鉄仕切弁の加圧試験に関する報告例は大変少ない。今回 JISF7363 を供試弁とした加圧試験を実施した。本報告は結果の一部をとりまとめたものである。

実験内容は加圧時の弁内外壁の応力分布と弁箱側水平フランジの中央部の水平方向変位量を、ストレングージおよびダイヤルゲージを用い計測することである。

計測点数はストレングージで内壁50点、外壁63点、計113点、ダイヤルゲージは6点である。

加圧方法はアキュムレータ付の油圧装置で、容量は漏洩に対しても圧力降下はなく十分余裕があった。システム油は ISO 粘度 VG100 相当品を用いた。試験条件は圧力 $P = 4 \sim 12 \text{ kgf/cm}^2$ を 2 kgf/cm^2 の間隔で上昇する Step Method を用い、ハンドトルク $T = 6, 8, 11, 14 \text{ kgfm}$ の 4 種類とし、両者を組合せた。試験結果は次の通りであった。

1. 圧力 P と表面応力の関係：表面応力はほぼ圧力に比例すると言える。
2. 表面応力の分布：表面応力の水平方向分布は外壁では壁部は引張応力、隅部では圧縮応力が働き、内壁ではその道となっており特に隅部には高い引張応力が働いている。また弁箱ではリブの効果が認められる。
3. 隅部引張応力の最大値は水平フランジ面より 50mm 程奥あたりに存在する。
4. PN10-200 の応力分布との比較：分布状況および応力値は比較的良好な傾向を示して本試験結果の妥当性が認められた。
5. 弁座の当り：本試験方法でも大概の傾向は知ることが出来る。しかし弁座部の挙動は複雑であり詳細な検討を加えるには不十分である。
6. 水平フランジ水平方向変位：圧力にはほぼ比例して大きくなり $P = 12 \text{ kgf/cm}^2$ では約 $10 \sim 13 \times 10^{-2} \text{ mm}$ となった。そしてこの値は日本船舶標準協会の計算書および橋原の式に基づき計算値ともよく合った。

管内高温域噴霧流による冷却に関する研究 (第1報)

Two-phase Mist Flow Cooling in a Tube
of High Wall Temperature (Part1)

波江貞弘

昭和61年5月

23回日本伝熱シンポジウム講演論文集

管内高温域噴霧流とは、流路内の気流中に多数の液滴を添加して得られる二相の流れのことであり、流路壁面が高温で乾いた状態を対象とするつもりである。

噴霧流伝熱に関しては、比較的低温域で流路壁が液滴によって濡らされる範囲について、空気熱交換器の小型化や高温タービン翼の内部冷却などを目的とした研究がなされている。一方、高温域については、原子炉の蒸気発生器や貫流ボイラの高乾き度領域における伝熱として多くの研究がなされている。しかしながら、高温壁面の冷却手法として噴霧流の温度特性を積極的に活用するという観点から研究した例は見られない。

高温域噴霧流伝熱は、その特徴から、高温の壁面を弱冷却し、しかも比較的広い伝熱面を等温度に保持するような目的に適しており、その1例として大型船用主機の弱冷却高温化が挙げられる。

本研究は、この噴霧流による冷却の伝熱特性のうち、特に流体温度の上昇抑制効果に注目し、流量、乾き度(気液流量比)、液滴径ならびに熱流束の各条件を広範囲に変化させた場合の上記効果に及ぼす影響度について解析的に検討を行なうものである。

結論として、流体の温度上昇係数を新たに導入したこと、液滴径が200ミクロン以下で且つ入口乾き度が低い場合に流体温度の上昇度が小さいこと、熱流束の増加によって上昇度は多少増大するが、質量速度の影響は極めて小さいこと、さらに上記係数に関する簡易表示式を得たことを指摘している。

〈材料加工部〉

高温腐食雰囲気中におかれたセラミックスの
引張強度に及ぼす表面クラック・サイズの影響Effect of Crack Size on the Tensile
Strength of Ceramics under Hot
Corrosive Environment

宗像良幸・千田哲也

昭和61年4月

日本機械学会第63期通常総会講演論文集

セラミックス部材は表面欠陥除去、成型等のために研削されるが、低質燃料を用いるガスタービンの翼材やディーゼル機関燃焼室部材として用いられるとき腐食性雰囲気による表面劣化(変質層形成、剝離等)が加工時の仕上げ粗さを上回ることも考えられ、切欠き除去のための高度の表面仕上げが実機でどれ程の意味を持つか確かめておくべきことである。また、同じ規模の切欠きやクラックであっても材質、負荷モード、雰囲気濃度、温度等によって最終破断に至るまでの時間や繰返数は異なると考えられる。本報告ではディーゼル機関の排気弁座用材料である部分安定化ジルコニアPSZの表面に硫酸ナトリウム15%wtと五酸化バナジウム85%wtを混合した人工腐食灰を塗布して650°Cでの引張破断試験を行った結果について記す。

試験片表面状態は平滑材に灰塗布、ビッカース圧子圧入によって生ずる種々のサイズの微小クラックの上に灰を塗布したもの及び大気中でのものなどである。

これらについて負荷前の加熱時間も変えて引張試験を行い、次の結果を得た。

- (1) 灰塗布材の650°C、25時間加熱後の表面ビッカース硬度は650°C大気中の55%まで低下した。
- (2) 加熱時間が25~500時間の範囲では上記硬度に差はなかった。
- (3) 灰塗布材は加熱時間が長くなると共に表層浸透ならびに減耗を生じた。
- (4) クラック材の引張強度は腐食灰中の方が大気中に比べてはるかに高強度であった。これは硬度低下並びにクラック先端部の鈍化によるものと考えられる。

〈装 備 部〉

波力発電用衝動型エアタービンの特性

Characteristics of Impulsive Air Turbine for Wave Actuated Generator

勝原光治郎・北村文俊

梶原勝正・山崎哲雄・大田義之

昭和61年 5月

日本舶用機関学会第38回学術講演会

波力発電用エアタービンとして、衝動型は最も多く実用化されている。にもかゝらず、その研究報告は見当たらない。本報では、設計の手引きともなる基本的な特性について調べた。衝動型は、空気の往復流を一方方向に整流する弁箱が必要で、弁箱特性についても調べた。

筆者らが行った翼列実験に基づいて試作したタービンを、送風機出口にセットし、流量・入口圧力・出力トルク・回転数を計測し、タービン単体の定常特性を実験で求めた。ノズルについては、ノズル板のみを送風機出口にセットし、流量・差圧を計測し、ノズル効率を求めた。弁箱特性については、タービンと発電機を搭載した弁箱を送風機出口にセットし、タービンにかゝる圧力と、弁箱にかゝる圧力の比を弁効率として求めた。

ノズルは、ノズル効率98%の良好な性能をえた。タービンの定常特性から、波浪による脈動流を三つの仮定の下にトルクを平均化し、脈動特性を計算した。このタービンの空気室に対する負荷として、空気室に開いた丸穴ノズルの面積と等価な圧力-流量関係を与える、等価開口面積 S を求めた。これはノズル面積 S_n に大略依っている。また、脈動特性の、最大効率を結ぶ線から、発電機の最適入力トルク特性を決めることができた。

弁箱搭載特性は、弁効率がほぼ一定値であるという結果をえた。したがって、タービンの脈動特性と発電機の入力トルク特性、および弁効率から、空気室の圧力に対してタービンの回転数を定めることができる(タービン-発電機-弁箱総合特性)。

タービンの等価開口面積と総合特性によって、任意の空気室、任意の波浪あるいは任意の出力のタービンを設計することができる。

ベンチレーションによるタンク内残液の除去

Removal of the residual in tank by ventilation

上田浩一・植田靖夫

昭和61年 5月

日本舶用機関学会第38回講演会

MARPOL73/78付属書IIの規制実施後、タンク洗浄汚水等の有害液体物質を含む汚水を12海里以遠の海域で排出することは、航路あるいは安全上の見地から困難な場合が多いことが予想される。このような沿岸航行ケミカルタンカーは、運航上生じるタンク洗浄汚水等をすべて陸上受入施設で処理することになるが、この場合には陸上側の受入れ施設の整備、陸揚げのための停泊時間と費用の負担等の問題点がある。付属書II及びP&A基準APPENDIX-Cによれば、有害液体物質の中で20°Cのとき蒸気圧が 5×10^3 パスカル以上の蒸気圧を有する物質に対して、タンク内をベンチレーションにより揮発乾燥させる通風洗浄の方法が認められている。このようなベンチレーションによりケミカル物質を除去する場合の実船調査の一例及び風速、風温、除去量の関係について数種類のケミカル物質について実験的に調べた結果について述べる。

実船試験では164m³のタンクに18°Cの空気を37m³/S送風し、キシレン(0.7KPa at 20°C)が約2時間で除去された。

供試液で液膜を作り、手均風速、温度、経過時間と蒸発量の関係について調べた。送風されている空気から供試液膜への伝熱は充分ではなく、加熱した蒸気圧の高い空気を送風しても蒸発量は必ずしも多くない。供試液膜温度での蒸気圧が高いと蒸発量も多く、液膜の温度が乾燥には最も重要な要素であると考えられる。タンク内をベンチレーションにより乾燥させる場合に、乾燥においては液膜の温度での付着液の蒸気圧が最も影響するため、壁湿を上げることが必要である。実船では5 KPa程度の蒸気圧を有する物質についてベンチレーションが考えられているが、その時風速が30cm/S~170cm/S程度で、 $4.5 \times 10^{-3} \sim 2 \times 10^{-2}$ (cm²/cm²・min)程度の液面からの蒸発が確認された。

〈大阪支所〉

ケミカルタンカーの荷揚げ後の管内
残留貨物量の低減についてMinimization of Residual Cargo in Piping
Arrangements for Ship Carrying Noxious
Liquid Substances by Air Blowing山口勝治・山根健次・綾 威雄
植田靖夫・波江貞弘

昭和61年 5月

日本船用機関学会昭和61年春季講演会

有害液体物質を輸送するケミカルタンカーでは、荷揚げポンプによる荷揚げ後ストリップング（残液液え）が行われるが、荷揚げしきれない貨物が船内に残留する。残留貨物は最終的には海中投棄されることになるので、その量には規制値が設けられる見込みである。実船においては規制値以下にするためと海中投棄量を最少にするため、エアパーージ操作によって配管系の残留貨物量を減少させている。エアパーージ操作とは、ストリップングすべき管系に空気又は N_2 ガスの加圧気体を供給し、管系出口端に設けられた操作弁を急開閉することにより、管内に発生する高速気流によって管内残留貨物を陸上タンク内へ放出・減少させることをいうが、エアパーージ操作の運転条件、配管状態に対応したストリップング後の残液量の推定ができないため、合理的なストリップング装置の設計が困難である。

本報告では、中小ケミカルタンカーのほゞ実規模大の装置を用いてエアパーージ操作の特徴と方法の有効性を検討し、荷揚げされた陸上タンク内貨物の水頭にともない貨物管系に作用する背圧が残液量に及ぼす影響について実験した結果、以下の点が明らかになった。

1) 配管内の空気溜まりが少なく、管外に空気タンクを持たない場合のパーージ効果はあまり期待できないが、パーージを繰り返すことによって管内空気溜まりは増大し、残水を減少させることができる。2) 配管外の空気タンクからの空気の供給によってパーージを行う場合には大きなパーージ効果となる。空気タンクの容積が大きいほど、また圧力が高いほど残水量を少なくできる。ただし、特に効果の著しい範囲と、そうでない範囲が存在する。3) 空気タンクの圧力が低く、容積が少い場合（水平管内流入空気の膨脹によって水を押し出すような流れとなる運転条件）を除き、背圧、操作弁操作方法によって残水量はそれほど変わらない。

以上の結果は、ストリップング装置を設計・試験するうえで有力な資料になるものと思われる。

(374)

プール水中での蒸気凝縮時における
凝縮振動の振動周波数

(その2、線形解析解と各種相関式との比較)

Oscillation Frequencies at Condensation
Oscillation during Steam Condensation in
Pool Water (2nd Report :Comparison of
Linear Solution with Published Correlations)

綾 威雄・成合英樹

昭和61年 5月

第23回日本伝熱シンポジウム

蒸気をベント管を通してプール水中で凝縮させる際、主として蒸気流量とプール水温に依存して、流体振動を伴う圧力振動がベント管径に発生する。この現象は、圧力抑制型格納容器を持った原子炉の冷却材喪失事故時などに格納容器が受ける動的荷重評価の問題として関心が持たれており、各国で安全評価のためのデータを得る目的の実規模試験が行われるとともに、振動現象のメカニズムを解明するための小規模実験が行われてきた。その結果、次第にその全容が明らかにされつつあるが、未だ不明な点も残されている。

本研究では、球形でモデル化した界面の微小変動に対する線形振動論の適用から求められる凝縮振動の振動周波数を、従来から提案されている近似式および相関式と比較するとともに、小規模装置によるデータおよび実規模試験結果と比較・検討した。

ベント管出口に形成される蒸気泡へのマスバランス、蒸気の状態方程式と界面の運動方程式から、気泡の平衡状態からの微小変動に対して3次の線形常微分方程式が導かれる。振動周波数は、この式の特性方程式の虚数部から得られ、相関式と同様、ベント管径との積で整理した。

大気圧下においては、解析解、近似解および相関式はよく一致し、多くの小規模装置による実験データともほゞ対応していることが分かった。

ベント管径が小規模装置の10倍以上で、圧力が0.2~0.4MPaの実規模装置の条件下では、界面における凝縮熱伝達率の評価が重要であるが、福田の実験式を使用すると、解析解と気泡の自由振動モデル近似は実規模試験データとほゞ一致する。しかし、相関式は、大気圧下の小規模実験データに基づいているため、データとの一致はあまりよくなかった。

<東海支所>

Basic Flow Rate Characteristics of Natural Circulation of Marine Reactors at Inclined Attitude

傾斜時における船用炉の自然循環基本流量特性

伊従 功・稲坂富士夫・松岡 猛・綾 威雄
近藤正和・中島賢一郎・成合英樹

昭和61年 4 月

Proceedings of 2nd International Topical Meeting on Nuclear Power Plant Thermal Hydraulics and Operation

原子力商船の国際安全基準 (IMO, 1981年) は, 想定されるいかなる船体事故時にも崩壊熱を安全に除去できなければならないとしている。このため, 船体傾斜時, したがって船用炉の傾斜時における自然循環熱除去の解析法を確立することは重要な課題であるが, 船体傾斜に加えて一次系から蒸気を放出して圧力を逃がすような場合には熱流動的にも未知のところが多く, 基本的な現象の解明から始める必要がある。

本報は, 定傾斜時の自然循環流量が自然循環ループ内の蒸気発生器の位置及び二次元的な広がりによってどのように影響されるか, また, 二次元的な広がりを有する炉心内にどのような二次流が現われ, 自然循環の安定性にどのような効果を与えるかを, まず単相流の範囲で明らかにして述べたものである。

実験装置は一体型船用炉をスライス状に切って模擬したループで, 炉心は電気加熱で高さ方向には実寸大の寸法を有する。流量計測は定常状態において行った。実験と解析から得られた主なる結論は次のとおりである。

(1) 傾斜するとき下測に変位するループの流量は, 炉心に対する蒸気発生器の実効レベル差と水平距離との比によってほぼ決まる。ある傾斜角 α_c でゼロになる。

(2) 炉心流量は傾斜角 α がゼロの附近と $\alpha > \alpha_c$ のある角度との 2 箇所にゆるやかなピークを持ち, $\alpha = \alpha_c$ の点で屈曲する。

(3) 二次元的な広がりを持つ炉心内には, $\alpha = 90^\circ$ の附近で二次流が生じる。この二次流は傾斜角が 90° を越えた後ある角度のところまで正方向の自然循環が持続することの原因となる。

(4) 二次元的な広がりを有する蒸気発生器の入口付近には, 傾斜時に冷水域が生じる (下側に変位する蒸気発生器で一次冷却水流量が微量となったとき)。

(5) 上述のように, 炉心や蒸気発生器の二次元的な広がりには単相流においても重要な要因であり, 蒸気放出を伴う場合には本質的に重要となることが予想される。

Absorbed-Dose and Dose-Equivalent Buildup Factors of Gamma Rays Including Bremsstrahlung and Annihilation Radiation for Water, Concrete, Iron and Lead and Annihilation Radiation for Water, Concrete, Iron and Lead

水, コンクリート, 鉄及び鉛に対する制動放射及び消滅放射線を考慮した場合のガンマ線の吸収線量及び線量当量再生係数

竹内 清・田中俊一

昭和61年 4 月

International Journal of Applied Radiation and Isotopes vol. 37 No. 4

ガンマ線の遮蔽設計計算に使用される基本データである再生係数は1954年に Goldstein と Wilkins によって発表されたモーメント法による計算値である。この計算値は30年以上前のものであり, 最近米国においてガンマ線再生係数の再計算による最新のデータのまとめが実行中である。我々も 1次元の PALLAS コードを用いて一連のガンマ線再生係数の計算を行った。今回発表するのは 0.1MeV から 15MeV までの点等方線源に対して遮蔽物質が水, コンクリート, 鉄及び鉛の場合の吸収線量再生係数及び線量当量再生係数である。ガンマ線の再生係数についてこれまで最もよく使われているのは照射再生係数であるが, これは厳密には空気中における照射線量を求めるためのもので人間に対しては適用できない。そこで今回人間が吸収する線量である線量当量の単位に対して再生係数を定義し, 各遮蔽物質の厚さが 0.5mfp から 40mfp までの時の線量当量再生係数を計算し表の形にまとめた。

また, 遮蔽物質中に吸収される線量を評価するために使用する線量当量再生係数も定義し, これについても各物質の厚さが 0.5mfp から 40mfp までの時の吸収線量再生係数を計算し表の形にまとめた。これまで発表されているこの種の再生係数は二次放射線としてコンプトン散乱によるガンマ線のみを考慮するものであり, これは重い遮蔽体に数 MeV 以上の高いエネルギーのガンマ線が入射した場合かなり過小評価するものであった。そこで今回は特性 X 線を除く全ての二次放射線を考慮に入れて計算を行った。特性 X 線は鉛の場合 0.1MeV 以下の入射ガンマ線に対して重要であるが, 通常のガンマ線遮蔽設計計算には除外してもよい。なお本計算の妥当性を検証するために他の計算値との比較を行っているが, その際の PALLAS 計算は御動放射線を故意に除外して他の計算値の計算条件に合わせた。