

CERN/CHARMにおける24GeV陽子を用いた遮蔽実験

(9) 放射化法によるコンクリート中の中性子減弱距離測定とシミュレーション

Shielding Experiment with 24 GeV Protons at CERN/CHARM

(9) Measurement and simulation of neutron attenuation length in concrete shield using activation detectors

*中尾徳晶¹, 佐波俊哉², 梶本剛³, Froeschl Robert⁴, Brugger Markus⁴, Roesler Stefan⁴,
Iliopoulou Elpida⁴, Infantino Angelo⁴

¹清水建設, ²KEK, ³広島大学, ⁴CERN

欧州原子核研究機構(CERN)の高エネルギー加速器混合粒子場(CHARM)における 24GeV/c 陽子を用いた遮蔽実験においてビスマスおよびアルミニウム放射化検出器を用いたコンクリート中の中性子減弱距離を評価し、PHITS コードによるモンテカルロシミュレーションとの比較を行った。

キーワード：遮蔽実験、放射化検出器、減弱距離、Monte Carlo、PHITS

1. 緒言 高エネルギー粒子による生成二次粒子の遮蔽での減衰分布やエネルギー分布は、理論計算の精度検証に必要であるが実験値が極めて乏しい。これまで CERN/CHARM 施設で陽子ビームと銅標的を用いた測定を放射化法で行って来ており、本報告では実験結果と PHITS シミュレーションの比較を報告する。

2. 実験 ビーム軸から 90 度上方向に 80cm 厚鉄および 360cm 厚コンクリート遮蔽が設置されており、コンクリート遮蔽内部にビスマスおよびアルミニウム放射化検出器を設置した。放射化検出器中での $^{209}\text{Bi}(n,xn)^{210-x}\text{Bi}$ ($x=4\sim 9$)、 $^{27}\text{Al}(n,\alpha)^{24}\text{Na}$ の反応で生じた放射性核種からの放出 γ 線を測定・解析することにより、それらの生成率を算出した。また、PHITS コードによる簡易平版体系を用いたモンテカルロ計算を行い、得られた中性子束と放射化断面積により放射性核種生成率を算出した。さらに、100MeV から 50GeV 陽子による同様のシミュレーションを行い、陽子エネルギーに対する減弱距離の評価を行った。

3. 結果 核種生成率減衰分布の実験値と PHITS モンテカルロコードによる計算値との比較を図 1 に示す。計算値は ^{24}Na 生成率に関しては非常に良い一致を示し、放射性ビスマスに関しては概ね 2 倍以内で一致した。各核種の減衰分布の実験結果からそれぞれ減弱距離を求め、その平均として $120\text{g}/\text{cm}^2$ を得た。図 2 に陽子エネルギーに対する 90 度方向生成中性子束のコンクリートにおける減弱距離を示す。PHITS 計算による減弱距離は陽子エネルギー 2GeV まで増加し 2GeV 以上で概ね一定となった。また、本実験結果を他の実験値や PHITS 計算結果と比較し、24GeV 付近で良い一致が見られた。

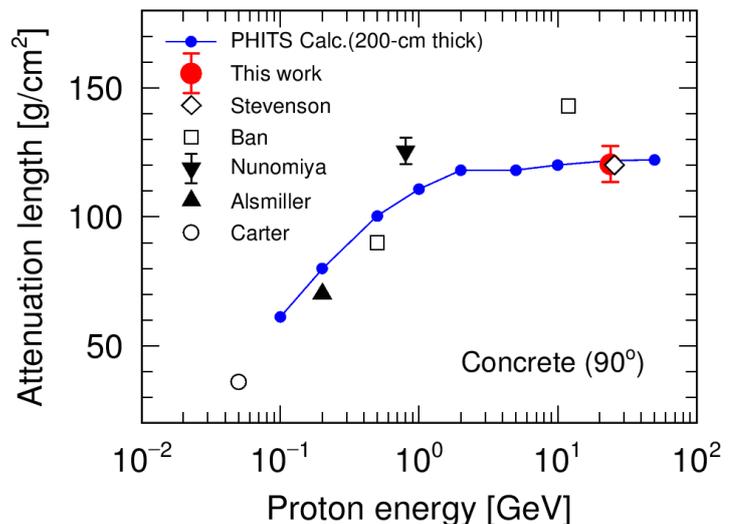
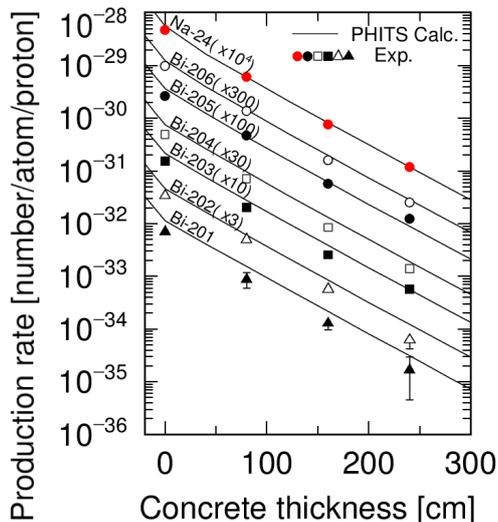


図 1：核種生成率減衰分布の実験値と計算値 図 2：陽子エネルギーに対する 90 度中性子減弱距離

¹Noriaki Nakao¹, ²Toshiya Sanami², ³Tsuyoshi Kajimoto³, ⁴Robert Froeschl⁴, ⁴Markus Brugger⁴, ⁴Stefan Roesler⁴, ⁴Elpida Iliopoulou⁴, ⁴Angelo Infantino⁴
¹Shimizu Corporation, ²KEK, ³Hiroshima Univ., ⁴CERN