

CERN/CHARM における 24GeV 陽子を用いた遮蔽実験 (5) 放射化検出器による遮蔽内中性子減衰分布測定

Shielding Experiment with 24 GeV Protons at CERN/CHARM
(5) Measurement of neutron attenuation through shielding with activation detectors

*中尾徳晶¹, 佐波俊哉², 八島浩³, 萩原雅之², 大山隆弘², 梶本剛⁴, 李恩智⁵, 執行信寛⁵,
Froeschl Robert⁶, Iliopoulou Elpida⁶, Infantino Angelo⁶, Roesler Stefan⁶, Brugger Markus⁶
¹清水建設, ²KEK, ³京都大学原子炉実験所, ⁴広島大学, ⁵九州大学, ⁶CERN

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)において 24GeV/c 陽子を用いた遮蔽実験を行った。ビーム軸から 90 度上方向の遮蔽体内に放射化検出器を設置して中性子減衰分布を得た。

キーワード： CERN/CHARM、高エネルギー加速器、遮蔽実験、放射化検出器、中性子減衰

1. 緒言 高エネルギー粒子による生成二次粒子の遮蔽や迷路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とカウンター法で行って来ており、本報告では放射化法による解析結果を報告する。

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、2015 年に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。また、2016 年以降は遮蔽上部を様々な遮蔽材と厚さに変更できるように改造した体系を用い、コンクリートおよび鉄の厚さを変化させて、ビスマス、アルミニウム、インジウム、黒鉛の放射化検出器を設置した。放射化検出器中での $^{209}\text{Bi}(n,xn)^{210-x}\text{Bi}$ ($x=4\sim 9$)、 $^{27}\text{Al}(n,\alpha)^{24}\text{Na}$ 、 $^{115}\text{In}(n,n')^{115m}\text{In}$ 、 $^{12}\text{C}(n,2n)^{11}\text{C}$ 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。

3. 結果 図 1 に改造前の遮蔽コンクリート内における核種生成率減衰分布の実験値を示す。また、これらと FLUKA モンテカルロコードによる計算値と比較した結果、計算値は概ね 2 倍以内で一致した。生成率減衰分布の実験結果から、24GeV 陽子ビームに対する 90 度方向のコンクリート($2.4\text{g}/\text{cm}^3$)における高エネルギー中性子の減弱距離を求め、 $120\text{g}/\text{cm}^2$ を得た。図 2 にコンクリート遮蔽中での減弱距離を陽子エネルギーに対して示す。他の実験と比較したところ、24GeV において Stevenson の値と一致した。

今後、改造後の実験データ解析を進め、他の遮蔽材における減衰の解析を行う予定である。

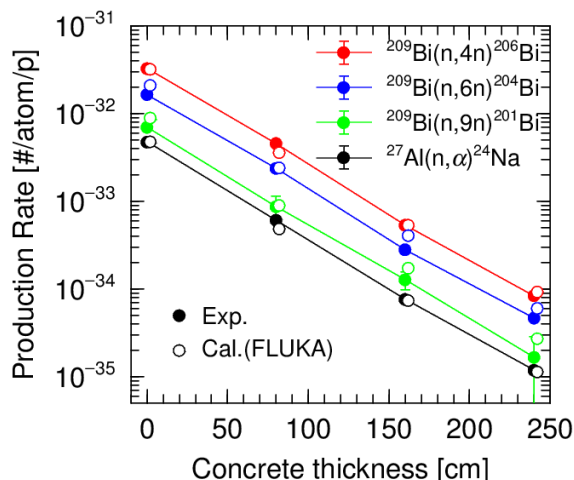


図 1：核種生成率減衰分布の実験値と計算値

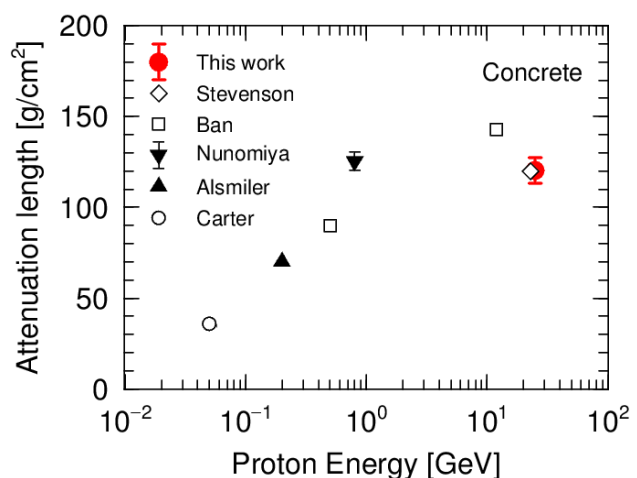


図 2：コンクリートにおける減弱距離

*Noriaki Nakao¹, Toshiya Sanami², Hiroshi Yashima³, Masayuki Hagiwara², Takahiro Oyama², Tsuyoshi Kajimoto⁴, Eunji Lee⁵, Nobuhiro Shigyo⁵, Robert Froeschl⁶, Elpida Iliopoulou⁶, Angelo Infantino⁶, Stefan Roesler⁶, Markus Brugger⁶

¹Shimizu Corporation, ²KEK, ³Kyoto Univ., ⁴Hiroshima Univ., ⁵Kyushu Univ., ⁶CERN