

# 低所転落時の頭部損傷リスクの分析

独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ ● 金 恵英  
(共同研究者：高橋 弘樹・日野 泰道・大幢 勝利・小山 秀紀)

図1. 転落シミュレーション (左：解析、右：実験)



【人体有限要素モデルTHUMS®】

【実物大人体ダミー Hybrid III Pedestrian】

労働災害のなかでも「墜落・転落」による死亡災害は依然として最も多く、特に高さ2m以下の低所からの転落が多発している。これらの事故は、しばしば頭部外傷や脳損傷など致命的損傷をとともなう。低い場所からであっても、転倒姿勢や落下角度によっては深刻な被害につながる可能性がある。本研究では、こうした低所転落時の頭部損傷リスクを定量的に明らかにすることを目的として、人体有限要素モデルTHUMS® (Total Human Model for Safety) と実物大人体ダミー Hybrid III Pedestrianをもちいた解析および実験を実施した(図1)。

解析には非線形有限要素法ソルバーLS-DYNA<sup>1)</sup>をもちい、頭部の高さや転落角度を変化させた複数条件を設定した。同条件で実物大人体ダミーによる転落実験を行い、頭部に取り付けた加速度センサーから衝撃応答を取得した。得られた加速度波形から、頭部損傷評価指標HIC (Head Injury Criterion) を算出し、解析結果との比較を行った。その結果、両者に類似した傾向が確認され、結果の妥当性が示された。高さ1m未満の転落でもHIC値が3000を超える

場合があり (Abbreviated Injury Scale (AIS)<sup>2)</sup> level 6: 死亡率100%に相当)、致命的損傷を負う可能性が示唆された。また、転落角度が大きいほど頭部合成加速度が増加する傾向がみられた。実験や解析では防護姿勢などを十分に再現できなかったため、実際より大きな衝撃値となった可能性があるが、上向き姿勢で防護動作が取れないまま頭部から落下する、最も危険な状況を想定した結果ともいえる。一方、一般的な墜落防止用ヘルメットを着用した場合、最大加速度は約3分の1に低下し、HIC値も約4分の1と大幅に減少した。これは、ヘルメットが衝撃エネルギーを効果的に吸収し、頭部損傷を著しく軽減することを示している。

以上の結果から、「低い場所だから安全」という認識は誤りであり、わずか数十センチの高さからでも致命的損傷となる危険があることが明らかとなった。今後は、得られた知見をもとに高性能な保護帽設計や安全教育の充実を図り、労働現場における転落災害の防止に貢献していきたい。

## 引用文献

- 1) LS-DYNAとは、離散化の方法に有限要素法を時間方向の積分方法に陽解法を採用した非線形動的構造計算ソフトのこと。
- 2) AISとは、外傷患者の解剖学的重症度を判定する指標のこと。