# T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ Science Tokyo Research Repository

# 論文 / 著書情報 Article / Book Information

論題	剥落コンクリート衝突時の危険度判定に関する実験的研究	
著者		
出典		
 発行日	2015, 9	
「 権利情報	本著作物の著作権は土木学会に帰属します。 Copyright (c) 2015 JAPAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS	

剥落コンクリート衝突時の危険度判定に関する実験的研究

東京工業大学大学院	正会員	千々和	伸浩
東京工業大学大学院	正会員	岩波	光保

学生会員 ○ 西脇

雅裕

#### 1. はじめに

コンクリートの剥落は、中性化や塩害による鉄筋腐 食に起因するものが半数近く<sup>1)</sup>を占めており、経年劣化 による剥落の発生は免れない。一方、土木構造物の高 経年化は顕著であり、供用 50 年を経過する構造物の割 合は年々増加している。したがって、経年劣化による 剥落の発生数は将来的に増加し、剥落コンクリートが 人・モノに衝突する事象が現在よりも頻繁に発生する ことが予測される。しかし、剥落コンクリートが人・ モノに衝突した際の危険度(例えば、軽傷、重傷とい った被害の大きさ)に関するリスク評価を行った研究 はほとんど報告されていない。

本研究では、剥落コンクリート衝突時の危険度判定 を行うため、コンクリート落下実験によって衝突時の 衝撃荷重を計測し、危険度判定を行った。質量、衝突 面の表面積(形状)に差異のある供試体を種々の高さ から落下させ、最大衝撃荷重との関係性を考察した。 また、得られた最大衝撃荷重を Nahum により提案され た人体耐性指標<sup>2</sup>と比較し、危険度を判定した。

## 2. 衝撃荷重・最大衝撃荷重について

一般に衝撃荷重*F*は、衝突前後の力積を考慮し、か つ物体は自由落下し衝突直後の速度がゼロ(跳ね返り なし)と仮定した場合、(1)式で表すことができる。

$$F = M \cdot \frac{\sqrt{2gH}}{\Delta t} \tag{1}$$

ここで、*M*:衝突する物体の質量、Δt:衝突時間、*H*: 落下高さを表す。(1)式から衝撃荷重は質量に比例し、 落下高さの 1/2 乗に比例することがわかる。

衝突時に計測される衝撃荷重の経時変化例を図-1 に示す。衝撃荷重Fは衝突時の計測で得られた衝撃荷 重を時間Δtで平均化したものである。一方、最大衝撃 荷重Fmaxは計測における衝撃荷重の最大の点である。 本研究では、骨折などの損傷に被害を及ぼしやすいと 考えられる最大衝撃荷重Fmaxに着目し、以降論じる。

#### 3. 実験概要

東京工業大学大学院

図-2に示す装置を用い実験を行った。ロードセル 上部の鉄板に供試体が衝突し、衝突時に発生した衝撃 荷重をロードセルが計測する仕組みとなっている。

Φ50×100mmの円柱供試体、40×40×160mmの角柱供
試体を用い実験を行った。表-1に各供試体の詳細を
示す。M-100以外の「M」シリーズの供試体は
Φ50×100mmの円柱供試体を切断し作製した。



図-2.実験方法·実験器具概要

表-1.供試体の寸法・名称・質量

	供試体寸法(mm)	供試体名称	質量(g)
円柱供試体	Ф50×100	M-100	398.4
	Ф50×67	M-67	264.1
	Ф50×50	M-50	197.3
	Ф50×33	M-33	126.2
	Ф50×100	Н	399.7
角柱供試体	40×40×160	S	398.4

キーワード コンクリート,剥落,衝撃荷重,リスク評価,人体耐性指標 連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学 TEL03-5734-3194

-829-

「M・H・S」シリーズはそれぞれ「供試体質量・落 下高さ・衝突面の表面積」が最大衝撃荷重にどのよう に影響を与えるかについて分析するために使用された 供試体の名称である。各シリーズの衝突面を図-3の 斜線で表す。「M・H」シリーズは1面、「S」シリーズ は2面を衝突面とする。

#### 4. 実験結果

各シリーズの衝突試験から得られた結果を図-4~ 6に示す。各供試体につき3~8回衝突試験を行い、プロット点は各供試体の最大衝撃荷重の平均値、バーは ばらつきの範囲を示している。また、得られたグラフ とNahumにより提案された頭頂骨崩壊衝撃荷重(以降、 Nahum崩壊衝撃荷重と呼ぶ(2.45kN))と比較した。

#### 4-1. 最大衝撃荷重一質量関係

「M」シリーズ供試体を 1m の高さから落下させ、衝 撃荷重を計測した。図-4から、供試体質量と最大衝 撃荷重は、上述した衝撃荷重 Fと同様におおよそ比例 関係が成立していることがわかった。

### 4-2. 最大衝撃荷重-落下高さ関係

「H」シリーズ供試体を 0.25、0.50、1.00m の高さか ら落下させ、衝撃荷重を計測した。図-5から、落下 高さの 1/2 乗と最大衝撃荷重は、衝撃荷重 Fと同様にお およそ比例関係が成立していることがわかった。

#### 4-3. 最大衝撃荷重-衝突面の表面積関係

「S」シリーズ供試体を図-3中の(1)面、(2)面を衝突 面として 0.25m の高さから落下させ、衝撃荷重を計測 した。図-6から、供試体の衝突面の表面積が大きく なるほど最大衝撃荷重は低下した。

#### 5. まとめ

- 落下コンクリート衝突時の最大衝撃荷重のオーダ ーを明らかにした。最大衝撃荷重は、衝撃荷重と 同様に質量、落下高さの 1/2 乗に比例し、衝突面の 表面積が大きくなるほど低下することがわかり、 危険度を判定するための基礎的な知見を得た。
- Nahum 崩壊衝撃荷重による危険度を判定する考え 方を提案した。

# 6. 今後の展望

剥落コンクリート衝突による被害リスクは「衝突確 率」と「危険度」を掛けあわせ評価できる。本研究で は「危険度」に焦点を当て、剥落コンクリートの質量、 落下高さ、衝突面の形状による危険度を判定した。今 後は「衝突確率」を加味し、被害リスクを評価し、そ のリスクを貨幣価値換算することで合理的な構造物設 計、維持管理手法を目指す。

#### 参考文献

1) 石橋ら:高架橋等からのコンクリート片剥落に関す る調査研究、土木学会論文集、No.711、V-56、pp.125-134、 2002.8

2) 内田ら:人体耐性指標を用いた天井材の安全性評価 に関する基礎的研究 その1 人体耐性指標、日本建築 学会大会学術講演梗概集 A-1、pp.1081-1082、2009.7

