

## 鋼・コンクリート合成サンドウィッチ落石覆道の重錘落下衝撃実験

北海道開発土木研究所 正会員 佐藤 京  
 北海道開発土木研究所 正会員 今野 久志  
 室蘭工業大学 正会員 岸 徳光  
 ショ・ボン建設(株) 正会員 温泉 重治

### 1. はじめに

筆者らは、道路上に設置される落石覆工として、鋼コンクリート合成サンドウィッチ頂版、コンクリート充填鋼管柱、壁コンクリートから成る構造体を提案し、その実用化に向けての研究開発を行っている<sup>1)</sup>。

この構造体の特徴として、1)鋼板の剛性により、押し抜きせん断破壊が生じないこと、2)撓化性が大きいことから、効率よく落石による衝撃エネルギーを吸収することができ、RC、PC製覆工の場合より衝撃荷重を低減することができること、3)頂版鋼殻部および柱部は工場製作のため、工期短縮に有効であること、4)従って、コスト縮減が期待できること、が挙げられる。しかしながら、既往の研究では、弾性限度までの実験に留まっており、従って、終局時までの挙動の把握は不十分であった。

ここでは、終局限界状態の確認のために、5000kg重錘を用いた実規模試験体による終局近くまでの重錘落下衝撃実験を実施した結果について報告する。

### 2. 実験概要

#### 2.1 試験体

実験に供した試験体は、図-1に示すように建築限界が幅9m、高さ4.5mで、頂版幅1.9m、頂版厚0.318m、壁コンクリート厚1.1mの2組の実規模ロックシェッド模型である。

頂版には、上鋼板がSS400の厚さ9mm、下鋼板がSM490YBの厚さ9mmの鋼材を用い、サンドウィッチ構造のせん断伝達部材として、M22(F10T)の高力ボルトを配置した。

高力ボルトの外側には、内径65A、肉厚7mmの圧力鋼管を配置し、ボルトとの間にセメントグラウトを注入し一体化している。ボルト間隔は、縦横とも20~30cmピッチである。また、柱部には、STKR400の角形鋼管(400×400×12)を用いている。

頂版および柱の各部材は工場で作成し、実験現場で架設を行っている。柱と底版はアンカボルトで固定、頂版と柱をボルト接合した後、頂版と柱に高流動コンクリートを打設して一体化を図ることとした。なお、完成系はラメン構造とするため、頂版と柱との結合部にはPC鋼棒を用いて柱1基あたり3920kNの軸力を与えている。

#### 2.2 実験方法および実験ケース

衝撃実験は、図-2に示すように90cm厚の敷砂緩衝材を設置し、5000kgの円形重錘(衝突部は球形)を自由落下させるもので、初期落下高さを2.5mとし2.5mづつ落下高さを増加させる場合(試験体)と、初期落下高さを20mとし同様に落下高さを増加させる場合(試験体)に関する繰り返し載荷実験を行った。

キ・ワ・ド：合成構造，サンドウィッチ，落石，ロックシェッド，重錘衝撃実験

連絡先：〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号，TEL(011)-841-1698，FAX(011)-820-2714

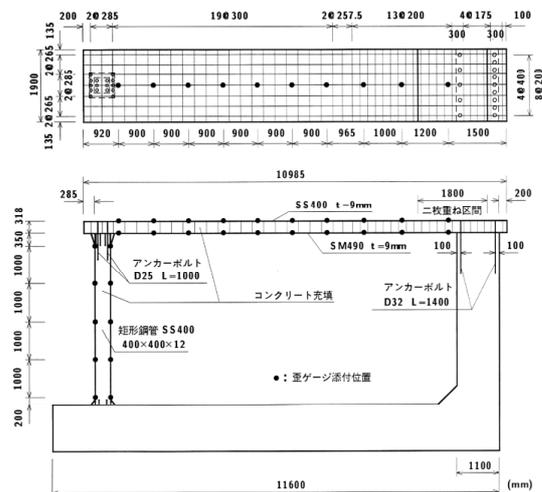


図-1 試験体の形状および計測位置

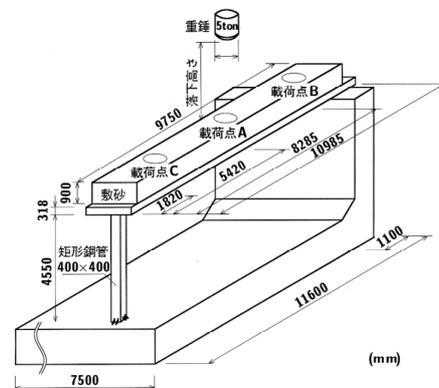


図-2 衝撃実験概要

測定項目は、重錘加速度、上下鋼板と柱のひずみ、頂版および柱の変位である。なお、変位測定は落下高さ22.5m以降については、レザ変位計の測定範囲を超過するため実施していない。

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 最大重錘衝撃力

図-3には両試験体の各落下高さと最大重錘衝撃力（以降、重錘衝撃力）との関係を示している。図中には、振動便覧式<sup>2)</sup>においてラメの定数を  $\lambda = 1,000\text{kN/m}^2$ 、 $400\text{kN/m}^2$ とした場合の衝撃力分布を併せて示している。図より、1)落石対策便覧において、振動便覧式のラメの定数( )は、 $\lambda = 1000\text{kN/m}^2$ と規定されている。しかしながら、本構造を用いる場合には  $\lambda = 400\text{kN/m}^2$ が上限値となっている、2)試験体 I との重錘衝撃力分布性状には、顕著な差異が認められない、3)落下高さが15mを超えると、重錘衝撃力の増加率はしだいに低下する傾向を示している、等が明らかになった。

#### 3.2 最大変位と落下高さの関係

図-4には頂版中央部における最大変位と落下高さとの関係を示している。図より、1)下面鋼板が降伏する落下高さは $H=10\text{m}$ であるが、最大変位は、落下高さ17.5m付近まではほぼ落下高さに比例して増加し、その後急激に増加している、2)落下高さとは比例関係にないことから、 $H=17.5\text{m}$ 以降の変位の増加は、頂版内部のコンクリートのひび割れが頂版全体に広がり、剛性低下が生じたためと推察される、3)初期落下高さの異なる試験体 I との最大変位分布には、顕著な差異が認められない、等が明らかになった。

#### 3.3 破壊状況

落下高さ32.5mまで実施した試験体に関する実験終了後の破壊状況は、1)頂版中央(載荷点近傍)の上鋼板が、ボルトとボルトの間で座屈を生じるとともに、コンクリートには幅10mm程度のひび割れが生じていた(写真-1)、2)頂版と壁部との接合部において、幅の大きいせん断ひび割れが発生した(写真-2)、3)頂版下面鋼板および柱部には損傷は見られない、である。

### 4 まとめ

鋼・コンクリート合成落石覆道の終局時の破壊形態を確認することを目的として、実規模試験体を用いた終局近くまでの重錘落下衝撃実験を実施し、以下の結論を得た。

- (1)重錘衝撃力の最大値は、振動便覧式のラメの定数を  $\lambda = 400\text{kN/m}^2$ として評価可能である。
- (2)頂版上面鋼板が座屈する重錘落下高は、下面鋼板が降伏する落下高の3倍以上である。
- (3)初期落下高さの相違による衝撃挙動への顕著な差異は認められない。
- (4)本試験体を倒壊させるためにはさらに大きな衝撃エネルギーが必要である。また、実構造のように道路軸方向に頂版を連結し版構造とする場合には、さらに耐衝撃性が向上するものと考えられる。

#### 【参考文献】

- 1) 近藤, 池田, 今野, 温泉, 岸: 実規模八-フプレハブ鋼・コンクリート合成落石覆道に関する重錘落下実験, 第4回複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集, pp.259-262, 1999.11
- 2) 日本道路協会: 落石対策便覧, 1983.7

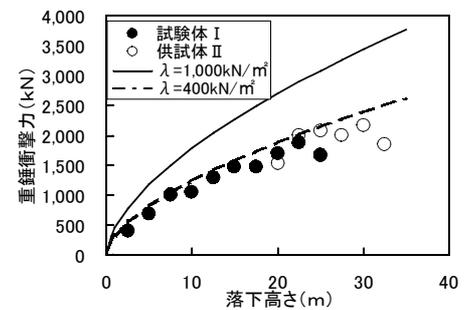


図-3 重錘衝撃力と落下高さの関係

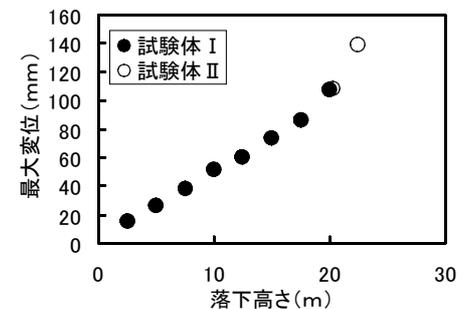


図-4 最大変位と落下高さの関係



写真-1 頂版中央部の損傷



写真-2 頂版と壁の接合部の損傷