

鋼・コンクリートサンドイッチ版を芯材とした三層緩衝構造に関する衝撃応答解析

ショ・ボンド建設（株）正員 ○近藤悦郎
 （独）北海道開発土木研究所 正員 今野久志
 ショ・ボンド建設（株）正員 温泉重治

室蘭工業大学 正員 岸 徳光
 （独）北海道開発土木研究所 正員 岡田慎哉

1. はじめに

積雪寒冷地域の道路沿いには、雪崩や積雪に対する防護施設としてスノ・シェッドが設置されている。これらの構造物にロックシェッドとしての機能を付加する場合には、本体構造の補強はもとより、落石による衝撃力を緩和するために緩衝構造を頂版上に敷設する必要がある。この緩衝構造には、衝撃力の緩衝効果および分散性能に優れているとともに、下部構造への影響を極力軽減するために従来の緩衝構造に比較し軽量であることが要求される。本研究では、これらの要求に対し、鋼・コンクリート合成構造を芯材とする三層緩衝構造を考案し、その緩衝材としての適用性に関する解析的な検討を行ったものである。

2. 緩衝材の構造および特徴

検討対象とした緩衝材の構造は、表層材として 20 cm 厚の敷砂、芯材として上下鋼板を高力ボルトで結合した鋼殻内部に高流動コンクリートを充填した厚さ約 10 cm のサンドイッチ版、裏層材として 50 cm 厚の発泡スチロール（EPS）材より構成される。サンドイッチ版を屋根材とする鋼・コンクリート合成落石覆工に関するこれまでの実験結果より、本緩衝構造は以下の特徴を有するものと考えられる。

- (1) 芯材が 2 枚の鋼板から成ることよりせん断耐力が大きく、押し抜きせん断破壊を生じないため設計荷重を超える外力に対しても安全性が高い。
- (2) 芯材の剛性が高く薄肉断面とすることができるため、軽量化が可能である。
- (3) プレハブ部材であるため RC 版のような配筋型枠作業等が不要であり、大幅な工期短縮が期待できる。

3. 解析概要

サンドイッチ版を芯材とした緩衝構造の緩衝効果に関する基礎的な資料を得ることを目的として、静的および動的な解析による検討を実施した。静的解析は、芯材を厚さ 15 cm 程度の中空サンドイッチ版とした場合と内部に高流動コンクリートを充填した厚さ約 10 cm のサンドイッチ版を芯材とした場合の 2 ケースについて実施した。また、動的解析では、内部に高流動コンクリートを充填した場合についてのみ実施した。静的解析および動的解析には、構造解析用汎用コード ABAQUS および LS-DYNA を用いた。

静的解析は、厚さ 50 cm の EPS 材上にサンドイッチ版を載せたモデルの版中央部から半径 500 mm の範囲に 1,960 kN に相当する等分布圧力荷重を作用させた場合について行った。また、動的解析は、芯材中央部に質量 3,000 kg の鋼製

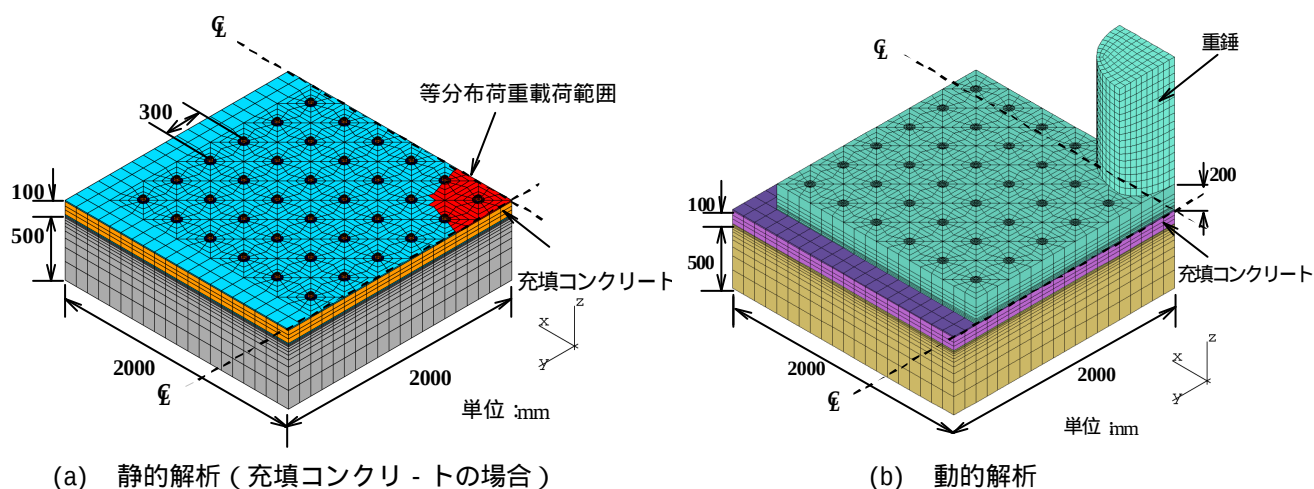


図 - 1 解析モデル

キ・ワ・ド：スノ・シェッド，緩衝構造，サンドイッチ版，衝撃応答解析

連絡先：〒305-0003 茨城県つくば市桜 1 丁目 17 番，TEL0298-57-8101，FAX 0298-57-8120

表 - 1 解析結果一覧

解析種類	解析ケ - ス	載荷荷重	最大変位量 (mm)	鋼板応力(N/mm ²)		EPS 材応力 (N/mm ²)
				上鋼板	下鋼板	
静的解析	ケ - ス 1(中空)	1,960 kN	431.7	100	200	0.59
	ケ - ス 2(充填)		47.2	273	300	0.14
動的解析	ケ - ス 3(充填)	3,000 kg , 10 m	63.0	300	300	0.13

重錘を 10 m の高さから自由落下させた場合について行っている。

図 - 1 には、両解析モデルの要素分割状況を、また、図 - 2 にはサンドイッチ版の拡大図を示している。

サンドイッチ版の各部材は、すべて塑性硬化を考慮した等方弾塑性体モデルとし、充填コンクリートは引張応力のカットオフを考慮した弾塑性体モデルとしている。また、EPS 材は弾塑性クラッシュブルフォーム、敷砂は弾塑性土質体モデル、鋼製重錘は弾塑性体とした。

境界条件は、EPS 材下面を完全固定、スパン方向および断面方向境界面には連続性を考慮した拘束条件を与えた。また、部材間の接触面は剛結とし、重錘と敷砂間のみに接触面を導入している。

4. 解析結果および考察

表 - 1 に解析の結果を示す。また、動的解析における変形図を図 - 3 に示す。

表より、静的解析から以下のようなことが明らかとなった。

- (1) 芯材を厚さ 15 cm 程度の中空サンドイッチ版とする場合には、版の変形が載荷点近傍に集中する傾向にあり、かつ変形量が大きくなる。
- (2) 内部に高流動コンクリートを充填した厚さ約 10 cm のサンドイッチ版を芯材とする場合には、局所的な変形は生じず変形量も小さくなり、緩衝材の芯材として機能が備わっている。
- (3) EPS 材に生じる応力度も、コンクリートを充填する場合の方が明らかに小さくなる。

以上のことから、緩衝効果および荷重分散性は、コンクリートを充填したサンドイッチ版の方が良好であることが明らかとなった。

一方、動的解析から得られた結果について述べると、表 - 1 および図 - 3 より、以下のことが明らかとなった。

- (1) 動的解析における最大変位量は、静的解析結果と比較して若干大きいものの、上下鋼板および EPS 材の応力度は概ね一致している。
- (2) 局所的な変形は生じず、荷重分散性に優れている。
- (3) 重錘の加速度波形では、最大で 190 G 程度の加速度が生じており、5,586 kN 程度の衝撃力が作用している。
- (4) 鋼板の応力度は弾性範囲であり、安全余裕度が高い。

以上のように、動的解析の結果からもコンクリートを充填したサンドイッチ版を芯材に用いた緩衝構造が、緩衝材として良好な性状を有することを示唆する結果が得られた。

5. おわりに

鋼・コンクリート合成構造を芯材とする三層緩衝構造を考案し、その緩衝材としての適用性に関する解析的な検討を行った結果、本構造の緩衝材としての有効性を示す知見が得られた。

今後、重錘落下衝撃実験による検証を行い、軽量で施工性に富む緩衝構造を開発したいと考えている。

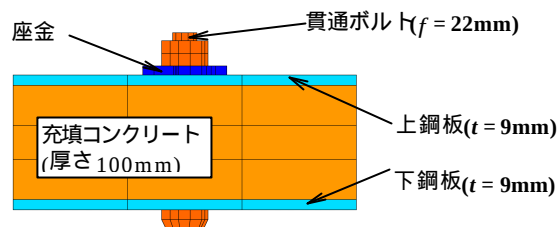
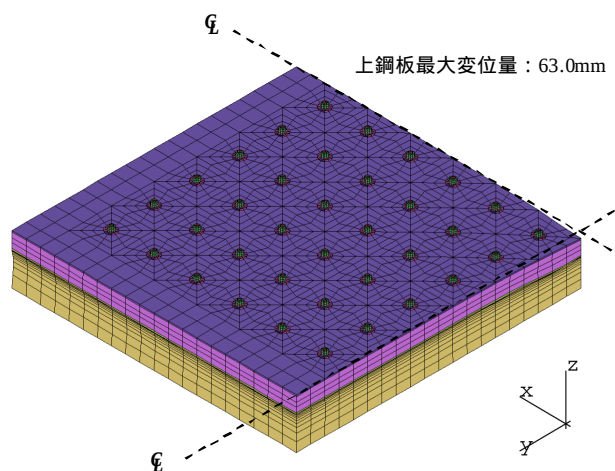


図 - 2 サンドイッチ版拡大図

図 - 3 動的解析における変形状況
(変形倍率: 5 倍)