

論文

[2113] 組紐状AFRPロッドで補強したRCスラブを用いた
大型緩衝構造の衝撃吸収性能

正会員○岸 徳光 (室蘭工業大学建設システム工学科)

中野 修 (北海道開発局開発土木研究所)

正会員 三上 浩 (三井建設土木設計部)

正会員 松岡健一 (室蘭工業大学建設システム工学科)

1. はじめに

近年、原子力発電所の諸施設や道路の落石防護施設等を対象として、衝撃的な荷重に対しより一層の安全性を確保するために盛んに研究が行われるようになってきた。構造物の耐衝撃性を確保するための研究には次のような2通りの方向性が考えられる。一つは直接的に衝撃荷重が作用する場合を想定した構造物本体の挙動検討であり、他は衝撃力を低減させるための緩衝構造に関する検討である。前者に関する研究として、著者等は重錘落下衝撃による弾性から弾塑性領域でのRC,PCスラブおよび組紐状AFRPロッドで補強したRCスラブの衝撃挙動に関する研究を行ってきた[1]。後者に関しては、緩衝材として敷砂やEPS(Expanded Poly- Styrol)材を単体で用いた場合や、芯材としてRCスラブを用いその表裏材にEPS材等を用いた場合の三層緩衝構造体の性能に関する研究を数値計算および室内実験を中心に行ってきた[2]。

本論文は芯材として組紐状AFRPロッドを補強筋とする約4m×4mのRCスラブを用い、表層および裏層材としてそれぞれ敷砂、EPS材を用いた三層緩衝構造の緩衝性能を検討することを目的として大型重錘落下衝撃実験を行い、芯材として異形鉄筋を補強筋とするRCスラブを用いた場合や敷砂単層のみを用いた場合の実験結果と比較検討を行った。本実験では表層材厚、裏層材厚とも50cmとし、芯材RCスラブの補強筋の剛性や伸び性能およびコンクリートとの付着性能が緩衝性能等に与える影響を検討するため、補強筋はロッド表面に珪砂を接着させたものと無処理のものおよび異形鉄筋の三種類とした。なお、衝撃荷重は同一構造体の中央部に3tfの重錘を10m, 20m, 30mと徐々に高度を上げ自由落下させて載荷している。

2. 実験概要

2.1 実験方法

図-1に本実験に用いた緩衝構造の横断面形状寸法を示す。実験は680cm×680cm×50cmのコンクリート基礎上に、400cm×400cmの三層緩衝構造を設置し、その中央部に重量3tfの重錘(直径1m高さ97cmの円柱体で底部が高さ17.5cmの球状)を所定の高さより自由落下させることによって行っている。重錘には歪ゲージ型加速度計を取り付け、その加速度波形を測定でき

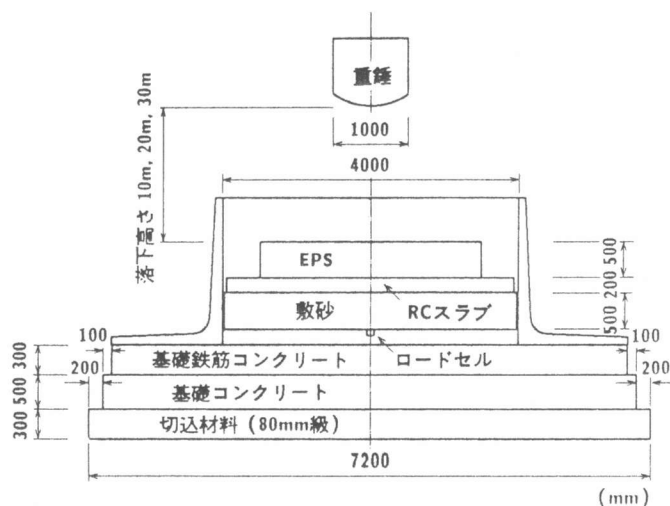


図-1 緩衝構造の横断面形状寸法

るようにしている。表-1に本実験の実験ケースを示している。

2.2 RCスラブ

本研究では補強筋として組紐状AFRPロッドの表面に5号珪砂を接着させた場合(AsC), 無処理の場合(AC), 異形鉄筋を用いた場合(RC)のスラブを各一体ずつ製作し、芯材として利用している。各スラブの形状寸法はいずれも395cm×395cm×20cmであり、配筋比1%の単筋配置とし、AFRPロッドの場合はK192S, K192を、異形鉄筋の場合はD13をそれぞれ10cm間隔に配置している。補強筋の材料特性は表-2に示すとおりである。コンクリートは設計強度を210kgf/cm²として配合設計を行い現場にて打設、養生を行った。材令28日の圧縮強度は239kgf/cm²で、実験時の材令は30日であった。

2.3 表・裏層材

本研究では表層, 裏層材として50cm厚の敷砂, EPS材を用いている。敷砂は単位体積重量が1.618tf/m³, 比重2.57, 吸水率1.86%の北海道栗丘産砂である。敷砂は20cm毎に平均的に踏み固めを行い、所定の敷厚としている。また20m, 30m落下時には重錘衝突部の貫入部分を掘り返し再度前記と同様の要領で所定の高さまで整地している。裏層材に用いたEPS材は密度が20kgf/m³, 50%圧縮強度が1.1kgf/cm², ポアソン比0.05である。弾性挙動を示す領域は圧縮歪が1%以下であり、その応力は5%圧縮強度の約1/2である。本実験では寸法200cm×100cm×50cmのEPSブロックを組み合わせて所定の寸法(400cm×400cm×50cm)としている。

2.4 測定項目

本実験では、重錘衝突衝撃力算定のための重錘加速度(4ch)、コンクリート基礎上への伝達衝撃力を検討するためのロードセル応力(25ch)について測定を行っている。ロードセルは受圧部直径25mm, 容量300kgf/cm²の衝撃荷重測定用のものである。その波形は各設置点の直径25mmの円内に作用する荷重として出力されるが、本実験では伝達衝撃応力を測定することを目的としているため応力に換算して評価することとした。なお、各センサーからの出力はデータレコーダに記録しA/D変換の後、ワークステーションを用いて処理している。

3. 実験結果および考察

3.1 伝達応力の経時変化および分散性状

図-2に基部ロードセルから得られた伝達応力の経時変化を、横軸に載荷点中央部を原点としてロードセルの位置、縦軸に応力をとって整理している。ここでは応力波形の対称性を確認して載荷中心点から一方向の応力についてのみ整理している。全測定時間はいずれも200 msec

表-1 実験ケース

芯材スラブ	補強筋種類	重錘落下高さ(m)		
AsC	砂付きロッド K192S	10	20	30
AC	砂無しロッド K192			
RC	異形鉄筋 D13			
敷砂単層 90cm厚				

但し、表層：砂50cm, 裏層：EPS材50cm, 重錘重量3tf

表-2 補強筋の材料特性

補強筋名	K192S	K192	D13
材質	アラミド 繊維	同左	SD30A
(公称)直径 (mm)	15.5	14.0	12.7
(公称)断面積 (cm ²)	1.50	同左	1.267
密度 (g/cm ³)	1.30	同左	7.85
降伏耐力 (tf)	—	—	3.8
引張耐力 (tf)	19.2	同左	5.7~7.7
弾性係数 (×10 ⁶ kgf/cm ²)	0.65	同左	2.10
弾性伸び (%)	1.97	同左	0.20
ポアソン比	0.62	同左	0.30