

I-508

緩衝材を設置したPC床版の衝撃挙動

室蘭工業大学 学生員 西 弘 明
開発土木研究所 正 員 中 野 修
室蘭工業大学 正 員 松 岡 健 一
室蘭工業大学 正 員 岸 徳 光

1. はじめに

衝突衝撃荷重載荷に対する土木建築構造物の耐衝撃性に関する研究は、道路網の安全施設としてのロックシェッドや原子力発電所施設等の重要構造物の安全性確保のために国内外で種々行われている。特にRCやPC構造の耐衝撃性に関しては、これらが鋼とコンクリートから構成される複合合成構造物であるためや、衝撃初期より弾塑性的な挙動を示すため、緩衝システムの開発も含め耐衝撃設計法の確立に向け理論的、実験的研究が急がれている。

本研究では、衝突衝撃速度が20m/sec程度以下の中速度衝撃に対する緩衝システムに注目し、それをPC床版上に設置した場合のPC床版の応答性状や緩衝効果について検討を行った。対象とする緩衝システムは、軽量で衝撃吸収性が優れているといわれるEPS材を主材とするものである。

2. 実験概要

衝撃実験は図-1に示すように各緩衝材を150×150×10cmのPC床版上に設置し、落下衝撃試験装置を用いて行った。衝撃荷重は鋼製の円柱ハンマー（ $\phi=15.0\text{cm}$, $W=100\text{kgf}$ ）を所定の高さにセットし、緩衝材中央部に自由落下させることにより発生させている。緩衝構造はEPS材を単独で用いた単層構造と、表裏材として矩形形状EPS材を、芯材としてRCなどの床版を用いた三層構造とし、重錘の落下速度あるいは表裏材EPS材の敷厚をそれぞれ変化させて実験を行った。ここでは、基部に設置しているPC床版の主鉄筋の歪波形を求めることによって、その衝撃挙動および緩衝材の効果を評価することとしている。本実験ではEPS材はすべて 20kgf/m^3 のものを使用している。PC床版は上下端鉄筋としてR6を用いた鉄筋比約1%の複鉄筋コンクリート床版とし、中立軸において2方向に平均応力で 50kgf/cm^2 のプレストレスを導入している。また、歪ゲージは鉄筋に中心部より10cm間隔に貼りつけてあり、上端筋側をA、下端筋側をBとし、支持辺に向かって番号をつけている。芯材として用いられているRC床版はPC床版と同一の寸法、鉄筋比を有するものである。ここでは、重量70kgfの重錘で最大衝突速度7.7m/secの衝撃荷重載荷（繰返し載荷）により裏面に曲げと押し抜きせん断型のひび割れが生じている劣化の進んだ床版を用いている。表-1に実験ケースの一覧を示す。

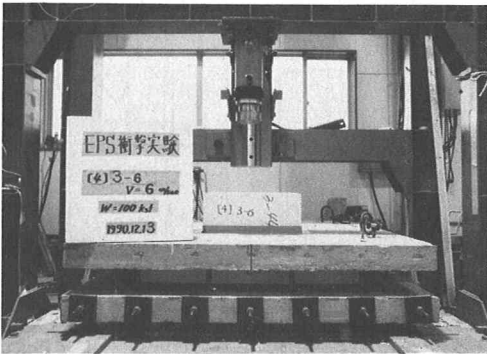


図-1 実験状況

3. 実験結果

図-2に重錘加速度およびPC床版主鉄筋の応答波形分布を示す。(a)図はEPS材を単独で用い敷厚を5cmとした場合で、(b)図は芯材としてRC床版を用いた三層構造で表材EPS厚を5cm、裏材EPS厚を2cmとした場合である。実験結果、重錘加速度については裏材EPSの影響はないようで、(a)、(b)両図でほとんど差はみられず、ピーク値は約400G、衝撃荷重載荷時間は約10msec となっている。主鉄筋歪の応答波形に

表-1 実験ケース一覧

実験 ケース	落下 速度 (m/sec)	EPS 厚さ (cm)	実験 ケース	表材 EPS 厚さ (cm)	裏材 EPS 厚さ (cm)
EPS+ PC-SLB	1	5	EPS+	5	2
	2	//	SLB+	//	5
	3	//	EPS+	//	10
	4	//	PC-SLB	20	2
重錘重量 100kgf	5	//	落下速度	//	5
	6	//	6m/sec	//	10

つては、(a)図では約6msecの衝撃的挙動の後、周期6～7msec程度の減衰自由振動状態へ移行していることがわかる。これに対し(b)図では、芯材RC床板の主鉄筋歪A0、B0は(a)図のA1、B1と比較すると、ピーク値、応答時間ともに多少大きくなっている。基部PC床板の歪波形に関してはA0、B0に比してピーク値は約1/6まで低減し、約4msec遅れて発生している。また、A0、B0では明確にみられない第二のピークが生じており、第一ピークの1/2程度の大きさに達している。さらに衝撃荷重除荷後には(a)図とは異なり減衰振動が発生せず、芯材から伝達される強制的な応答波形が現れている。

各ケースにおけるPC床板の下端筋(B1)の最大歪をプロットしたのが図-3である。(a)図はPC床板上にEPS材を単独で設置し、敷厚 $h=5\text{cm}$ とし、落下速度を $V=1\sim 6\text{m/sec}$ に変化させた場合であり、(b)図はRC床板を芯材とした三層構造で、落下速度 $V=6\text{m/sec}$ 、表材EPS厚5cmまたは20cmとし、裏材厚を変化させた場合である。EPS材を単独で用いた場合の最大応答歪は(a)図より落下速度の増大にともない急激に増大し、 $V=6\text{m/sec}$ では約 1700μ となっている。これに対し、(b)図では裏材としてEPS材を用いることにより、表材EPS厚5cmの場合で $250\sim 350\mu$ 、20cmの場合で $20\sim 40\mu$ となっている。これらの歪値は、それぞれ(a)図の $V=3\text{m/sec}$ 強および $1\sim 2\text{m/sec}$ の落下速度にほぼ対応している。また、落下速度 $V=6\text{m/sec}$ の状態と比較すると表材EPS厚5cmの場合においても1/6程度の大きさに低減されていることがわかる。また、三層構造の場合の裏材EPS材の敷厚の効果は表材EPS材の敷厚、あるいはEPS材を単独で用いた場合の敷厚ほど大きくないようである。このことより、裏材EPS材は芯材と本構造体を構造的に分離し、芯材で受けた衝撃力を本構造に伝達する程度の厚さで十分であるものと推察される。

4 まとめ

以上の検討結果より、本実験の範囲では軽量で衝撃吸収性に優れた材料を表材に、RC床板など比較的剛な部材を芯材として用いた三層構造は、衝撃吸収材を単独で用いる場合よりも荷重の分散性を向上させ、本構造への衝撃力を大きく低減できることが明かとなった。

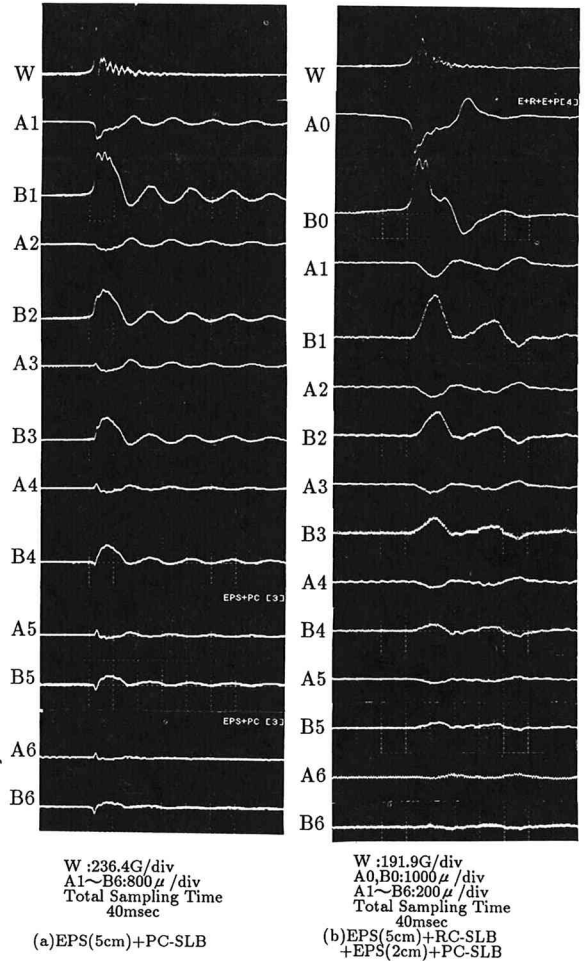


図-2 重錘加速度およびPCスラブ主鉄筋歪の応答波形分布 (重錘重量100kgf 落下速度 $V=6\text{m/sec}$)

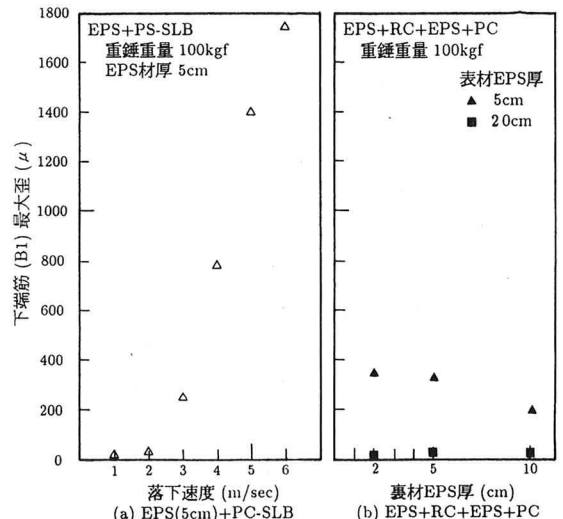


図-3 PC床板下端筋最大応答歪