

軽量充填材を用いた合成構造部材の耐衝撃性に関する研究

九州大学 学生員 ○片渕文隆
九州大学 正会員 太田俊昭
防衛大学 正会員 石川信隆
九州大学 正会員 千々岩浩巳

1. まえがき

最近、鋼・コンクリート合成構の分野において、死荷重の大幅な軽減や鋼板の防錆効果を高めるために、引張域断面をコンクリートから軽量充填材ウレタンに置き換えた、発泡性硬質ウレタンはり部材（以下、ウレタン充填部材という）の開発研究が進められている¹⁾。このウレタン充填部材は、靱性に優れ、高い耐衝撃性能を有することが期待できるため、落石覆工（ロックシェッド）やシェルター等のような衝撃荷重を受ける構造物の主部材として利用できるものと考えられる。しかしながら、この種の部材の衝撃応答特性については、著者らの共同研究グループの研究²⁾を除けば皆無の状況にある。上述の研究報告では、ウレタン充填部材とコンクリート充填部材との衝撃応答特性の比較を行い、ウレタン充填部材の耐衝撃性に関する効果を発揮する断面形状の検討を行ったものである。本研究は、この考察を基にして、耐衝撃性能を最も良く発揮しうる断面を選定するため、2タイプのウレタン充填部材とRC部材の衝撃試験を行い、それらの衝撃力学特性を比較考察したものである。

2. 実験方法

2.1 供試体の特徴

実験に用いた供試体を図-1に示す。供試体の種類は、硬質ウレタンを充填したD、Eタイプと、RC部材であるAタイプの3タイプである。なお、各タイプの供試体の設計では静的曲げ耐力がほぼ同一となるようにした。また、硬質ウレタンは圧縮強度 2kgf/cm^2 （比重0.04）のものを用いた。

2.2 載荷方法

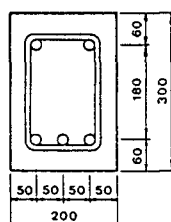
落錘式衝撃実験装置により、重錘を載荷用治具上に自由落下させ、各供試体の弾、塑性領域での衝撃実験となるように、表-1に示す実験ケースで行った。なお、重錘の落下高さの決定については、予め行った静的載荷実験の結果より、重錘の運動エネルギーがはり部材の静的な弾性吸収エネルギーや弾塑性吸収エネルギーに相当するように設定した。

3. 実験結果

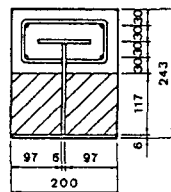
3.1 荷重について

図-2、3より、ウレタン充填部材のDタイプは、Aタイプ、Eタイプに比べて発生衝撃荷重が顕著に小さくなっている。また、E、D、Aタイプの順に周期が早くなっている。これは、各部材の剛性の違いによるものと考えられる。

A供試体



D供試体



E供試体

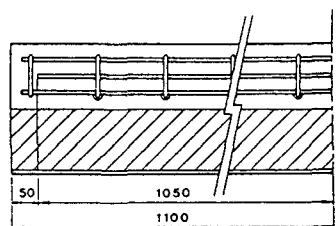
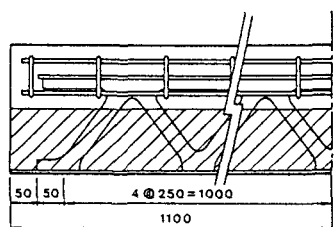
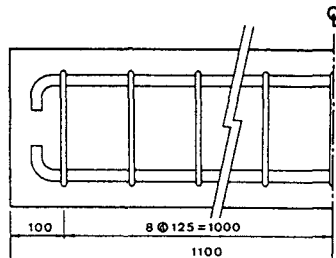
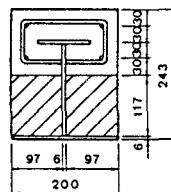


図-1 各供試体の寸法と形状

表-1 落錘式衝撃載荷実験ケース

供試体名	区 分	W (kg)	H (m)	V (m/sec)
A, D, E	弾性域	150	0.2	(2)
A, D, E	塑性域 (1)	150	0.82	(4)
A, D, E	塑性域 (2)	150	1.83	(6)
A, D, E	塑性域 (3)	400	1.83	(6)
A, D, E	塑性域 (4)	400	3.27	(8)

W : 重錘重量 H : 落下高さ V : 重錘の落下速度

3.2 変位について

図-4 (a)より、弾性応答範囲内においては、3タイプの挙動に顕著な差異は見られないことがわかる。図-4 (b)、(c)の結果より、弾塑性応答範囲内においては、Dタイプは他の2タイプに比べて変位が大きくなることがわかる。これより、この範囲内においてはDタイプは他の2タイプに比べ、より大きな衝撃エネルギーを吸収できることが確認できる。図-4 (d)は塑性域(4)の重錘条件下でのA、Eタイプの変位を示している。この時Dタイプは10cm以上の変形をしてせん断破壊した。これは、Eタイプがウェブ鋼板によって曲げおよびせん断耐力ともに充分高かったのに対し、Dタイプでは、トラス材のせん断補強が不足したためと考えられる。この重錘条件下で、EタイプはAタイプより変形が大きく、吸収エネルギーが大きいことがわかる。

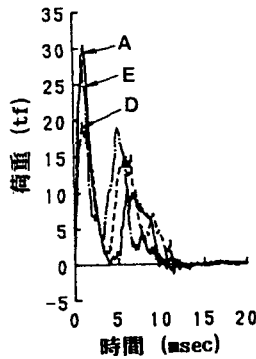


図-2 荷重-時間関係 (塑性域(1))

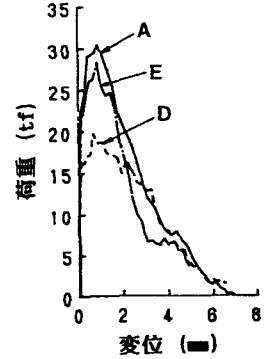
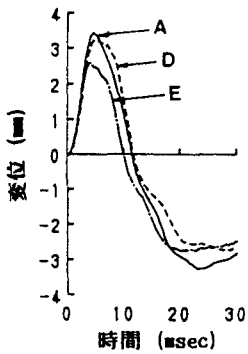
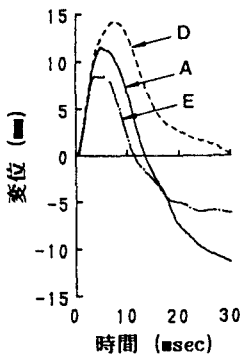


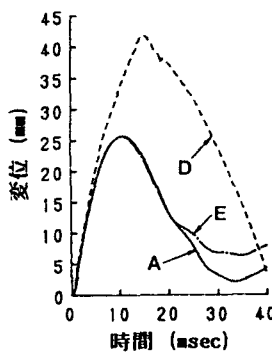
図-3 荷重-変位関係 (塑性域(1))



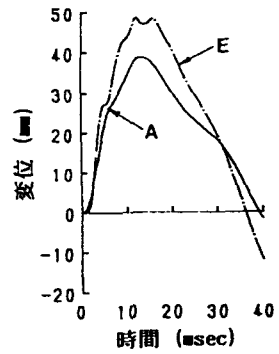
(a) 弾性域



(b) 塑性域(2)



(c) 塑性域(3)



(d) 塑性域(4)

図-4 変位-時間関係

4. まとめ

本研究より得られた結果を要約すると、以下のようになる。

- ① D、Eタイプともに、Aタイプより終局変形性能の良い耐衝撃性能の優れた部材であるといえる。
- ② DタイプとEタイプを比較すれば、一定の塑性変形を生じさせる衝撃力の限度（動的せん断破壊荷重）内では、Dタイプの方が吸収エネルギーに優れている。しかし、それ以上の衝撃力を受ける場合には、Dタイプは動的せん断破壊を生じ、これに対して、Eタイプではウェブ鋼板の効果により高いせん断抵抗力で、衝撃耐力が大きくなると考えられる。

参考文献：

- 1) 太田貞次、宮坂睦夫、山田信一：軽量充填材を使用した合成型枠橋の開発、土木学会第45回年次学術講演会、1990年9月
- 2) 山本恭嗣、園田佳巨、石川信隆：硬質ウレタンを充填した鋼・コンクリート合成はりの衝撃実験に関する一考察、平成3年度土木学会関東支部研究発表会講演概要集、1992年3月