

I - 552

箱形断面部材の衝撃エネルギー吸収能に関する実験的研究

五洋建設（株） 正 員 ○桑原 善浩
早稲田大学理工学部 正 員 依田 照彦
I H I 住田 憲泰

1. はじめに

土木構造物の軽量化に伴い、薄肉断面部材を強度部材に使用する機会が増加している。この種の部材が衝撃荷重を受けた場合には大きな損傷を受けることが予想される。したがって、このような薄肉断面部材は、衝突時にはその衝撃エネルギーを塑性変形によって、効率よく吸収することが期待されている。

そこで、本研究では、衝撃エネルギーを効率よく吸収するために箱形断面部材にいくつかの工夫を施し、静的載荷試験と衝撃試験により耐衝撃性の評価を行い、その結果をもとに、それぞれの衝撃エネルギー吸収特性を比較検討し、新たな工夫を施すことを目的としている。

2. 供試体の形状・寸法および実験方法

2. 1 供試体の形状・寸法

今回の実験で使用した供試体は、アルミ板により構成されている。一枚のアルミ板の寸法は、縦30cm、横40cm、厚さ0.2mmあるいは0.1mmである。これらの板を4カ所まで折り曲げ、角部のうちの1つに2cmの付着部分を設け、接着剤により接着し箱形断面部材を製作した。これらの部材に7種類の初期欠陥を導入し、静的試験用と衝撃試験用各1体ずつ合計14体の箱形断面部材を作成した。なお、スリットを設けた供試体は板厚0.1mmのものを2枚重ねて張り合わせ箱形断面部材を作成した。また、切れ目およびスリットの位置は座屈モードを3波と考えてその腹と節の位置に設けた。詳細を図1に示す。

2. 2 実験方法

静的試験については、万能試験機により球面座上に置いた供試体に圧縮荷重を加え、静ひずみ測定器UCAM-70を用いて各荷重レベルで軸方向変位を測定した。また、衝撃試験については、供試体を試験装置の上ののせ、重錘（3kg）を所定の高さ（1m）から自由落下させ圧潰モードの観察及び最終変位量を測定した。

3. 実験結果および考察

一般に、箱形断面部材に荷重を加えると荷重付加端末部から順次圧潰を起こすが、切れ目を入れた供試体の静的実験の結果を観察すると、荷重負荷端末部から順次圧潰するような理想的な圧潰パターンは見られなかった。これに対し、衝撃実験の方は、全ての部材で荷重負荷端末部から圧潰を起こしている。また、スリットを設けた供試体では、静的実験、衝撃実験ともにスリット部で座屈変形を起こしている。しかし、同じ供試体であるBOXL7（静的）とBOXL14（衝撃）の実験後の様子を観察すると、静的実験の場合には下側のスリット部から圧潰し順次上側のスリットへと圧潰していく様子が確認されたが、衝撃実験の場合には、上側のスリット部から圧潰し順次下側のスリットへ

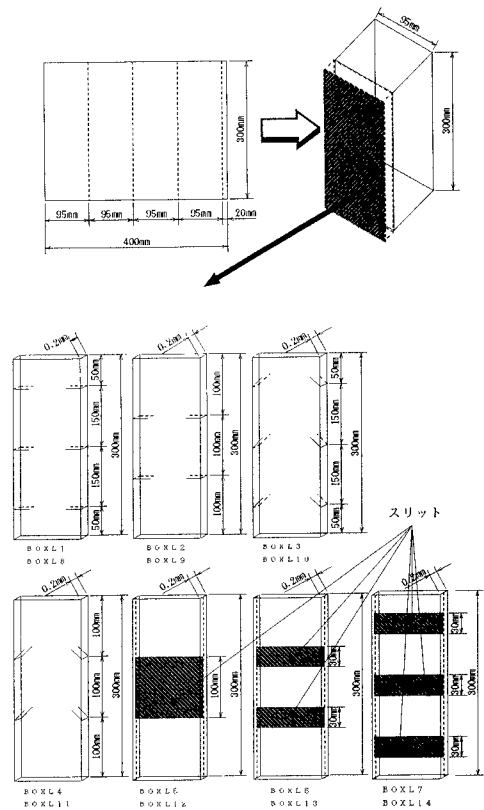


図1 供試体の形状・寸法

と圧潰していく様子が観察された。以上のことから切れ目を設けた供試体については、静的荷重と衝撃荷重では圧潰パターンが異なることが確認できた。また、スリットを設けた供試体はスリット部で圧潰を起こしていたという点では、静的荷重の場合も衝撃荷重の場合も同じである。しかし、複数スリットを設けた供試体では圧潰順序に違いがでた。この理由としては、供試体の製作精度の影響が考えられる。

つぎに、衝撃実験の結果をもとにエネルギー吸収効果を増加させる方法について考察を加える。まず切れ目を設けた供試体であるが、一般に切りかきは座屈モードの腹の位置に設けると圧潰を促進できるが、切れ目を横に設けた供試体（BOXL 8, 9）の実験後の様子を観察すると、腹に切れ目を設けたBOXL 8は上側の切れ目で潰れが生じており、設けた切れ目が圧潰を促進していることが確認された。これに対しBOXL 9の方は、上側の切れ目の位置より上で潰れが生じていた。このことより、設けた切れ目が圧潰を促進するような働きをしていないことがわかる。

これに対し、切れ目を斜めに設けた供試体（BOXL 10, 11）では、腹の位置に切れ目を設けたBOXL 10は設けた切れ目の影響で壁面に斜めの変形を生じてしまったが、節の位置に切れ目を設けたBOXL 11は比較的きれいな圧潰モードを示した。このように切れ目を斜めに設けた供試体の場合は、腹よりも節の位置に切れ目を設けると比較的きれいな圧潰を起こすという結果を得た。

次に、スリットを設けた供試体（BOXL 5, 6, 7）であるが、これら3つの供試体はすべてスリット部で圧潰を起こしていた。ただし、供試体の圧潰状況を見てみると、座屈モードの節にスリットを設けた供試体は、少し傾いて変形を起こしており、安定した圧潰を起こしていたのは座屈モードの腹にスリットを設けた供試体のみであった。このように、スリットを設けることで、供試体の圧潰パターンをある程度予測することができ、思いどおりの圧潰を起こすことも可能と思われる。

最後に、表1により供試体の潰れ量を比較する。切れ目を設けた供試体とスリットを設けた供試体では購入時のアルミの状況および製作方法に違いがあるために一概には比較できない。そこで、それぞれ分けて検討を行う。まず、切れ目を設けた供試体では、BOXL 10が最も潰れ量が多い。しかし、圧潰モードを考慮すると、BOXL 11の方が優れていると思われる。次に、スリットを設けた供試体では、BOXL 12が最も潰れ量が多く、順にBOXL 13、BOXL 14となった。ただし、この結果は、重錘の落下状況を考慮すれば、スリットの長さによる影響が大きいと考えられ、衝撃実験での荷重と変位の測定を行い検討を行う必要があり、潰れ量からだけではエネルギー吸収能の優劣を比較することは困難である。よって、圧潰モードをエネルギー吸収能の優劣から判断するとBOXL 14が最も優れていると考えられる。

表1 供試体の潰れ量（衝撃）

供試体	BOXL 8	BOXL 9	BOXL 10	BOXL 11	BOXL 12	BOXL 13	BOXL 14
高さ1 (mm)	260	243	222	250	190	212	238
高さ2 (mm)	247	230	220	253	207	232	231
高さ3 (mm)	250	231	224	249	202	229	240
高さ4 (mm)	262	250	225	244	208	206	239
平均 (mm)	254.75	238.5	222.75	249	201.75	219.75	237
潰れ量 (mm)	45.25	61.5	77.25	51	98.25	80.25	63
圧潰モードの制御	○	×	×	○	△	△	○
重錘の落下状況	×	△	○	○	○	○	△

4. 結論

今回の実験の結果を要約すると、①切れ目を設けた供試体の場合、静的と衝撃では圧潰モードが異なる、②スリットあるいは横に切れ目を設ける場合には、一次座屈モードの腹の位置に設けるのがよい、③斜めに切れ目を設ける場合には、一次座屈モードの節の位置に設けるのがよい。④今回の実験の中で、衝撃エネルギー吸収効果が優れているのはBOXL 14である。