

H形鋼梁の耐衝撃挙動に関する重錘落下衝撃実験

室蘭工業大学大学院 学生会員 ○ 葛西 勇輝
 室蘭工業大学 正 員 栗橋 祐介

室蘭工業大学 正 員 小室 雅人
 釧路工業高等専門学校 フェロー 岸 徳光

1. はじめに

本研究では鋼部材の耐衝撃挙動に関する基礎資料の収集を目的に、小型H形鋼梁を対象に重錘落下衝撃実験を実施した。ここでは、入力エネルギーを漸増させる繰り返し載荷実験と、単一載荷実験の2種類を行った。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

図1には、本実験で使用したH形鋼梁(鋼種:SS400, 全長:3,400 mm, 純スパン:3,000 mm)の形状寸法を示している。梁材は、H194×150×6×9のH形鋼を使用した。鋼材の降伏応力 f_y および引張強度 f_u は、板引張試験より、それぞれ $f_y = 312$ MPa, $f_u = 436$ MPaであった。また、支点部近傍の局部座屈を抑制するために、端部より200 mmの位置に板厚6 mmの鉛直補剛材を溶接している。なお、載荷点直下には鉛直補剛材は配置していない。

2.2 実験方法

表1には、実験ケースを一覧にして示している。表中の試験体名の第1項目は載荷方法(IC:繰り返し衝撃載荷, IS:単一衝撃載荷)、第2項目は入力エネルギー(E)を示している。また、表中の()内の数値は実測衝突速度、およびその値を用いて算出された入力エネルギーである。

実験は、質量300 kgの鋼製重錘を用いて、目標入力エ

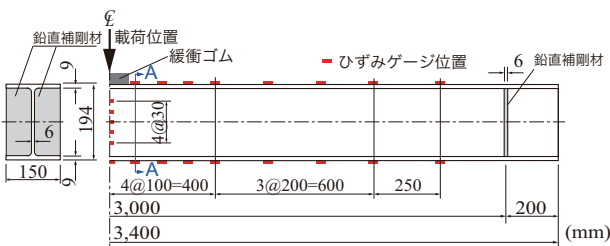


図1 試験体の形状寸法

表1 実験ケース一覧

試験体名	載荷方法	衝突速度	入力エネルギー
		V (m/s)	E (kJ)
IC-E15	繰り返し	3.2 (3.23)	1.5 (1.56)
IC-E30		4.5 (4.55)	3.0 (3.10)
IC-E45		5.5 (5.56)	4.5 (4.60)
IC-E60		6.3 (6.32)	6.0 (5.98)
IS-E60	単一	6.3 (6.32)	6.0 (5.98)

(): 実測値

ネルギー E に対応した所定の高さより、重錘を梁材のスパン中央に自由落下させることにより行った。写真1には衝撃載荷実験の実験状況について示している。写真からも分かるように、支点部の上下縁では鋼製治具を用いて試験体を拘束し、重錘の衝突による試験体の跳ね上がりを防止している。治具全体は回転を許容し、ピン支持に近い状態となっている。また、重錘落下を受ける衝突点近傍には、緩衝材として天然ゴム(150×150×50 mm)を設置している。

3. 実験結果

3.1 各種応答波形

図2には、入力エネルギー $E = 3.0, 4.5, 6.0$ kJの場合における各種時刻歴応答波形を示している。(a)図に示す重錘衝撃力波形を見ると、衝撃力は重錘衝突後、急激に立ち上がり約15 msで最大値を示した後、ほぼ線形に減少している。なお、同一入力エネルギーの繰り返し載荷(IC-E60)と単一載荷(IS-E60)を比較すると、その波形性状はほぼ一致しているものの、衝撃力の継続時間は単一載荷の方が若干短いことが分かる。この差は載荷履歴の影響によるものと推察される。

次に、(b)図に示す支点反力波形に着目する。図より、支点反力は重錘衝撃力の立ち上がりよりも若干遅れて励起している。一方、最大支点反力を示す時刻は、重錘衝撃力よりも若干早い。その継続時間は重錘衝撃力波形とほぼ同じである。また、同一入力エネルギーのIC/IS-E60を比較すると、最大支点反力に至るまではほぼ等しいものの、継続時間は重錘衝撃力と同様に単一載荷の方が短い。

(c)図に示す載荷点変位波形を見ると、入力エネルギーの増大とともに、載荷点変位も増加する傾向にあることが分かる。また、入力エネルギーが $E \leq 3$ kJまでは残留

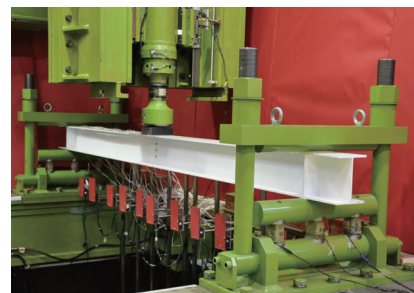


写真1 衝撃実験状況

キーワード: H形鋼, 耐衝撃挙動, 重錘落下衝撃実験

連絡先: 〒050-8585 室蘭工業大学大学院 くらし環境系領域 社会基盤ユニット TEL/FAX 0143-46-5228

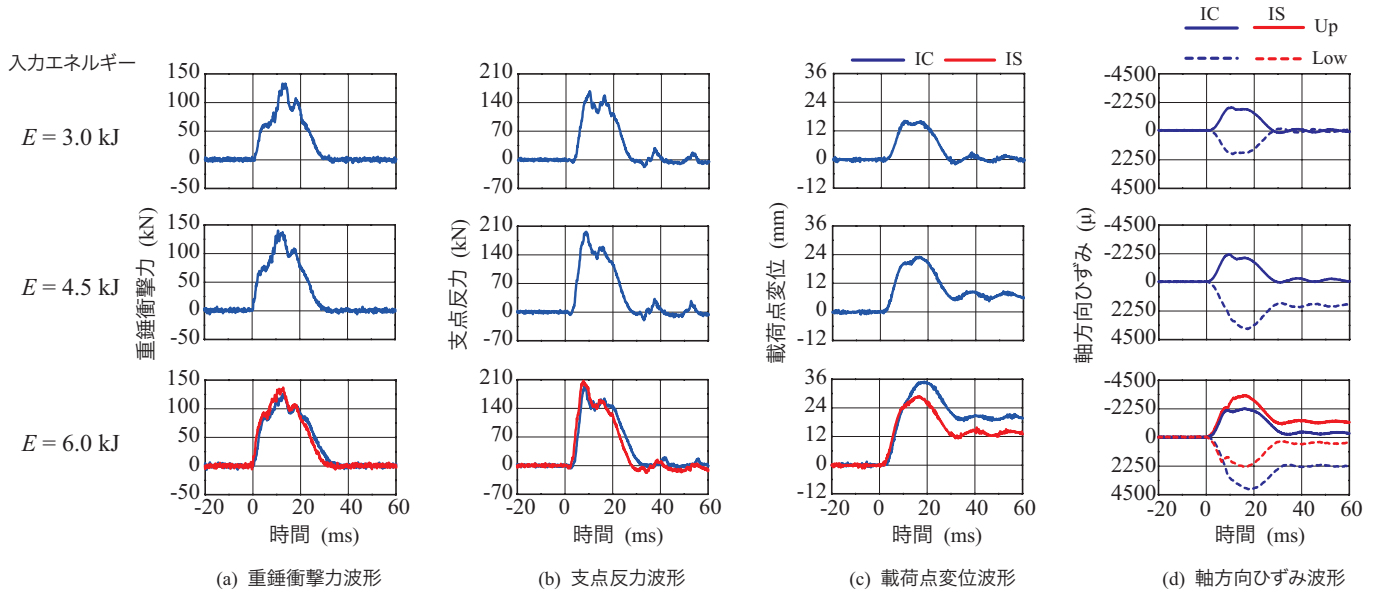


図2 各種時刻歴応答波形

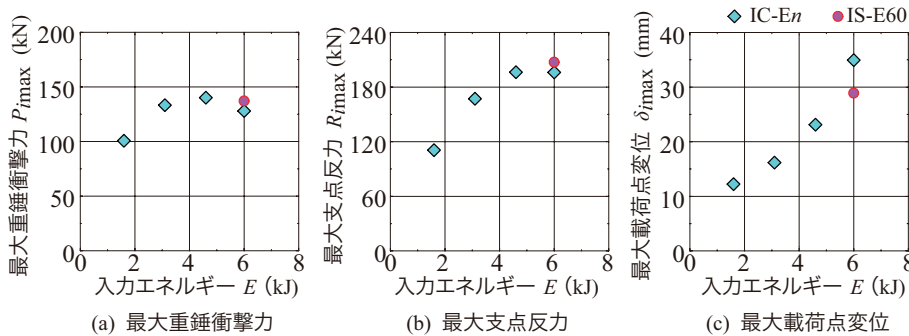


図3 入力エネルギー E と各種最大応答値の関係

変位が生じていないことより、弾性挙動であることが分かる。一方、入力エネルギーが $E > 4.5$ kJ の場合には残留変位が発生し、かつ、入力エネルギーが大きいほど残留変位も大きくなる傾向にある。同一入力エネルギーの IC/IS-E60 を比較すると、载荷履歴の影響のない単一载荷の方が最大変位および残留変位ともに小さくなっている。

(d) 図の軸方向ひずみ(図1, A-A 断面参照)に着目すると、 $E = 3.0$ kJ の場合には、上下ひずみがほぼ等しく、残留ひずみの発生も確認できない。一方、入力エネルギーが $E > 4.5$ kJ の場合には、下フランジのひずみが降伏ひずみ ϵ_y を超えて残留ひずみが生じているのに対し、上フランジには、残留ひずみはほとんど生じていない。

3.2 入力エネルギーと各種応答値の関係

図3には、入力エネルギー E と実験結果から得られた最大重錘衝撃力 $P_{i\max}$ 、最大支点反力 $R_{i\max}$ 、最大変位 $\delta_{i\max}$ の関係を示している。

(a), (b) 図より、最大重錘衝撃力 $P_{i\max}$ および最大合支点反力 $R_{i\max}$ は、入力エネルギー E の増大とともに増加する傾向が見られる。なお、単一载荷と繰り返し载荷を比較すると、後者の方がいずれも小さい。

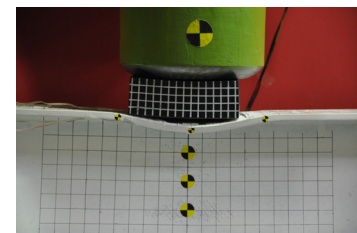


写真2 実験終了後の変形状況(IC-E60)

(c) 図に示す最大変位 $\delta_{i\max}$ に関しては、入力エネルギーに対してほぼ線形に増加することが分かる。なお、IC-E60 の場合には最大変位が若干過大に評価されているが、これは载荷履歴の影響によって梁部材の一部が塑性化していることに起因しているものと考えられる。

3.3 変形状況

写真2には、衝撃実験終了後における梁材の変形状況の一例として、IC-E60 の結果を示している。写真より、上フランジの局所変形によって終局に至っていることが確認される。なお、IS-E60 の場合においても同様な局所変形を示すことを確認している。

4. まとめ

- 1) 入力エネルギーと最大载荷点変位にはほぼ線形の関係が成立する。
- 2) 载荷方法にかかわらず、本試験体は上フランジの局所変形によって終局に至る。

謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)(課題番号 25420566)の援助を受けたものである。