

鋼・コンクリート合成梁の衝撃耐荷性状

室蘭工業大学 学生員 南出 賢司 ショーボンド建設(株) 正 員 温泉 重治
北海道開発局 正 員 今野 久志 室蘭工業大学 正 員 岸 徳光

1. はじめに

本研究では、落石防護構造物への応用を想定した鋼・コンクリート合成構造型式の合理的な耐衝撃設計法を確立するための基礎資料を得ることを目的として、最も単純な梁構造について重錘落下衝撃実験を行い、その衝撃耐荷性状を検討した。

2. 実験概要

図 - 1 には、実験に用いた試験体の形状寸法を示している。試験体は全長 3.9 m、純スパン 3.6 m、梁高 10.9 cm、梁幅 60 cm の矩形断面であり、上下鋼板と充填コンクリートから成る鋼・コンクリート合成梁である。鋼板は上下ともに SS400、厚さ 4.5 mm のものを用いており、降伏強度は 343MPa であった。また、軸方向および断面方向には 20 cm ピッチに D19 (M16) ボルトを配置し、それに軸力 49 kN を導入することにより上下鋼板を緊結し構造部材としての一体化を図っている。

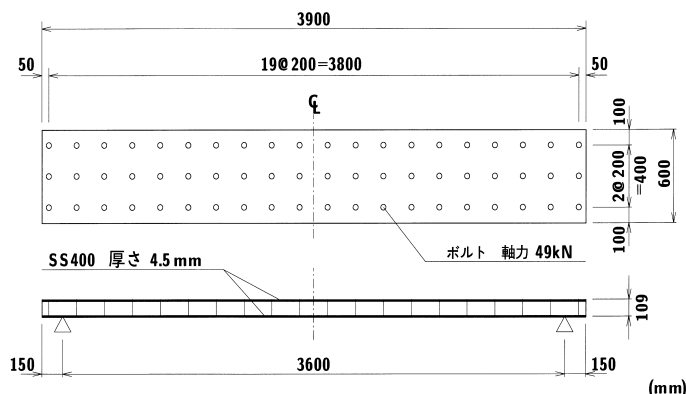


図 - 1 試験体形状寸法

表 - 1 実験ケース一覧

載荷方法	緩衝材	重錘質量 (kg)	衝突速度 (m/sec)
静的	-	-	-
衝撃繰り返し	敷砂	400	1 ~ 8
衝撃単一	厚さ 10 cm		8 ~ 10

表 - 1 には、実験ケース一覧を示している。実験は静的、衝撃繰り返し(各 1 体)および衝撃単一(3 体)の 3 種類の載荷方法について行った。衝撃実験は、質量 400kg の鋼製重錘を所定の高さから梁スパン中央部に自由落下させることにより実施している。また、試験体には局部破壊および重錘とボルトの衝突を防止するため、厚さ 10cm の敷砂を緩衝材として設置している。支点は回転のみを許容するピン支持に近い構造となっている。ここでは紙面の都合により、衝撃単一載荷の 3 体に関する実験結果のみに着目して考察を行う。

3. 実験結果および考察

3. 1. 荷重 - 変位曲線

図 - 2 には単一載荷時における重錘衝撃力と載荷点変位の履歴曲線(以下 $P - \delta$ 曲線)および支点反力と載荷点変位の履歴曲線(以下 $R - \delta$ 曲線)を静載荷時の結果とともに示している。

$P - \delta$ 曲線に着目すると、いずれの衝突速度に対しても最大重錘衝撃力は応答変位がほぼ零の時点で発生していることがわかる。その後、変位の増加とともに増減を繰り返しながら推移し、最大変位到達後に変位の減少とともに零レベルまで除荷している。

一方、 $R - \delta$ 曲線の場合には、支点反力は衝撃初期に負反力値を示し、その後正方向に向かい静的耐力値レベルまで上昇している。また、この段階で一旦除荷現象を示し、再度載荷状態となっている。最大値に達した後は初期剛性と同程度の剛性で零レベルまで除荷している。除荷後は残留変位値近傍で弾性状態に近い履歴曲線を描いている。なお、支点反力における衝撃初期の負反力値は、梁が健全であるため支点部がリバウンド状態になったことによるものと推察される。また、静的耐力レベルにおける載荷と除荷の現象は、衝

キーワード：鋼・コンクリート合成構造、衝撃載荷、落石防護構造

連絡先 : 〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 Tel. 0.143-46-5230 Fax 0143-46-5227

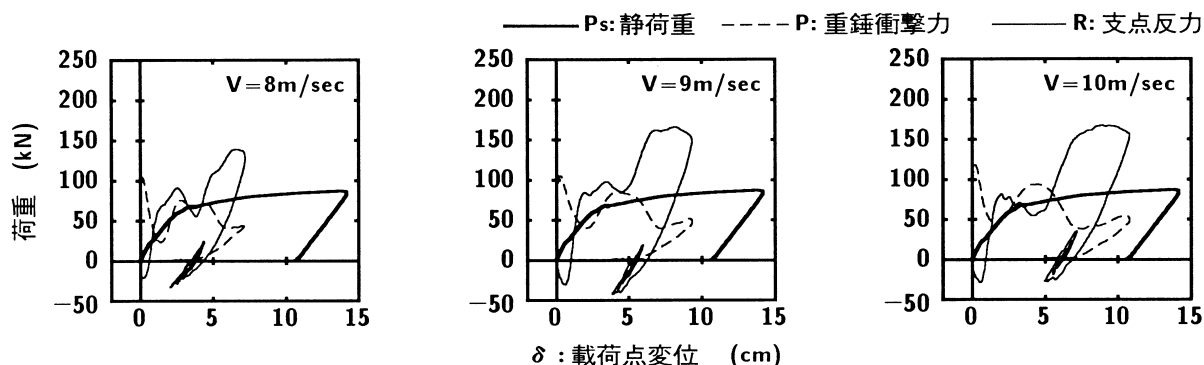


図 - 2 荷重変位曲線 (単一載荷時)

衝撃が荷重点から支点部に完全に伝達され、低次振動モードに移行する過渡領域でリバウンド現象が重ね合わされた状態になっているためと考えられる。さらに、最大値に達し除荷する現象は低次振動状態で慣性力が大きく影響するために生じるものと推察される。

3. 2. 指標衝撃力と静的耐力の関係

単一載荷時耐力の指標となる衝撃力値と静的耐力の関係について検討を行う。ここでは図 - 2 の結果を踏まえ、衝撃力値として重錘衝撃力の場合には衝撃初期の最大値および最大応答変位の 1/2 程度の時点で発生している第 2 極大値を、支点反力の場合には最大変位値近傍で発生している最大値と中間部の第 2 極大値を取り上げることとする。図 - 3 にはこれらの値を静的耐力値で無次元化して示している。

図より、重錘衝撃力と支点反力の第 2 極大値は共に静的耐力と同程度であることがわかる。また、最大重錘衝撃力、最大支点反力値は静的耐力よりも大きく評価され、それぞれ静的耐力の 1.4 ~ 1.7, 1.6 ~ 2.0 倍程度であることがわかる。これは、これらの第 2 極大値あるいは最大支点反力値を設計のための衝撃力指標として評価し、残留変位およびエネルギー収支関係を定式化することにより、耐衝撃設計が可能になることを示唆している。

3. 3. ひび割れ状況

図 - 4 には単一載荷時におけるひび割れ状況を示している。図よりひび割れは広範囲に分散していることがわかる。これは、梁高が小さいことおよび上下鋼板によって曲げ剛性が確保されることにより、延性に富んだ低次振動モードが卓越するためと推察される。しかしながら、梁の損傷の進行に伴い荷重点部で角折れするような現象が示されている。勿論、この角折れ現象は板構造にすることによって解消されるものである。

4. まとめ

- 1) 単一載荷時には重錘衝撃力、支点反力ともに最大応答変位の 1/2 程度の状態で現われる第 2 極大値が静的耐力と類似の値になる。最大支点反力は慣性力の影響により静的耐力の約 1.6 ~ 2.0 倍程度の応答倍率を示す。
- 2) 衝撃荷重載荷時には、合成梁は梁高が小さく曲げ剛性が低減するものの、上下鋼板でサンドイッチしていることより梁の劣化が抑制され、延性に富んだ低次振動モードが支配する。その結果、ひび割れ分布は梁全体に分散する。

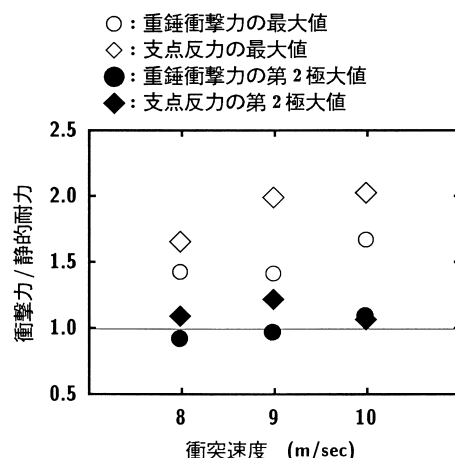


図 - 3 指標衝撃力と静的耐力の関係

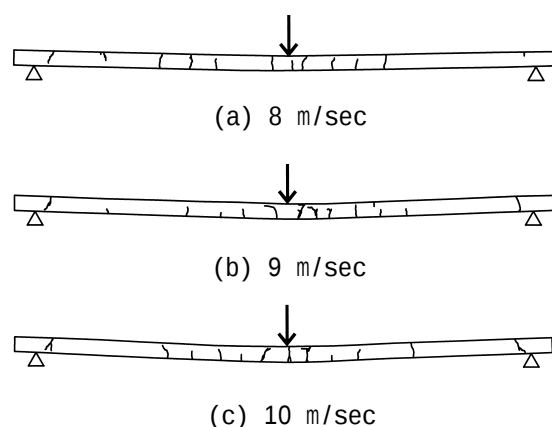


図 - 4 ひび割れ状況 (単一載荷時)