1/2 縮尺 RC 製ロックシェッド模型の耐衝撃挙動に関する数値解析的検討

寒地土木研究所	正会員	○今野久え	Ŗ	釧路工業高等専門学校	フェロー	岸	徳光
寒地土木研究所	正会員	山口 🖞	吾	室蘭工業大学	正会員	牛渡	裕二

1. はじめに

本研究では, RC 製ロックシェッドの性能照査型耐衝撃設計法を確立するための基礎的な検討として 1/2 縮尺模型に対する三次元弾塑性衝撃応答解析を実施し,載荷位置を変化させた場合の耐衝撃挙動について数値解析的に検討を行った.

2. 数值解析概要

図-1 には、本数値解析で用い たロックシェッド模型の要素分割 状況を示す.用いた要素は、鉄筋 には2節点の梁要素を、その他の 要素には8節点の固体要素を用い ている.減衰定数は、質量比例分 のみ考慮するものとし、最低次固 有振動数に対して1%と設定して いる.表-1には、解析ケースの 一覧を、図-2には荷重載荷位置 図を示している.なお、ブロック



図-1 要素分割状況

図-2 荷重載荷位置図

端部載荷の場合には,自由端における敷砂緩衝材の水平方向拘束の影響を排除するために,仮想の剛体頂版を設け, 敷砂緩衝材のみを道路軸方向に 3m (ブロック長の 1/2)連続させて解析を実施している. 図-3 には,本数値解析 で用いたコンクリート,鉄筋および敷砂の応力---ひずみ関係を示している.

3. 数值解析結果

3.1 各種応答波形

図-4には、C/E-P/CL/S-H10の6ケースにおける重錘衝撃 力および載荷点変位の応答波形を示している.(a)図より、 重錘衝撃力波形について比較すると、いずれも重錘衝突時 から急激に励起して40ms程度で最大値に至る三角形状の第 1波と、その後第1波より振幅が小さく周期が同程度の第2 波で構成されている.中心載荷のC/E-CL-H10については載 荷断面によらずほぼ同一の波形性状を示している.柱側およ び壁側載荷のC/E-P/S-H10では、第1波はほぼ同一の波形性 状を示しているものの第2波は載荷断面によって若干異な る波形性状を示し、その振幅は中心載荷の場合より小さい. (b)図より、載荷点変位波形について比較すると、いずれも 重錘衝突時より若干遅れて励起しているものの、波形性状は

衣⁻□ 胜机クース─見								
解析 ケース	落下高さ <i>H</i> (m)	入力ェネルギー <i>E</i> (kJ)	載荷軸	載荷 位置				
C-P-H10	10	980	ブロック	柱側(P)				
$C-CL-H1 \sim 20$	1,2.5,5,10,15,20	98~1,960	中央部	中心(CL)				
C-S-H10	10	980	(C)	壁側(S)				
E-P-H10	10	980	ブロック	柱側(P)				
$E-CL-H1 \sim 20$	1,2.5,5,10,15,20	98~1,960	端部	中心(CL)				
E-S-H10	10	980	(E)	壁側(S)				

A7 + C L



重錘衝撃力波形に良く対応しており,振幅が最大となる正弦半波状の第1波とその後のリバウンドと思われる振幅 の小さい第2波およびその後に続く減衰自由振動波形より構成されている.また,第1波の最大変位は道路軸直角 方向には中心,柱側,壁側の順に大きく,道路軸方向には端部載荷が中央部載荷の2倍程度の値を示している.

3.2 道路軸直角方向および道路軸方向変位分布

図-5 には、各載荷点直下における最大鉛直変位発生時の道路軸直角方向および道路軸方向鉛直変位分布を各載荷位置で整理して示している. (a) 図のブロック中央部載荷時における道路軸直角方向の変位分布より、C-CL-H10

キーワード RC 製ロックシェッド,三次元弾塑性衝撃応答解析,重錘落下衝撃実験,敷砂緩衝材
連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 (独)土木研究所寒地土木研究所 TEL.011-841-1698

の場合には載荷点で最大変位を示し、C-P/S-H10の場合には載荷点よ りも CL 側の位置で最大値を示している. これは, これらの場合には, 載荷点位置が柱あるいは側壁に近接していることから、載荷点近傍 の変形がこれらの部材によって拘束されるためと考えられる.(b)図 のブロック中央部載荷時における道路軸方向の変位分布より、載荷 点である中央部から端部までのブロック全幅で変形が生じ、ブロッ ク端部における変位は中央部の 50%程度となっていることが分かる. (c)図のブロック端部載荷時における道路軸直角方向の変位分布は、 (a)図のブロック中央部載荷時と比較すると、最大変位が中央部載荷 時の2倍程度であるが、分布性状は類似の傾向を示している.(d)図 のブロック端部載荷時の道路軸方向変位分布は、ブロック端部を自 由端とした片持ち梁に類似した変位分布性状を示し、分布範囲はい ずれもブロック中央部近傍で収束している.

3.3 各種応答値と入力エネルギーの関係

図-6 には, C-CL および E-CL において落下高さを H=1,2.5,5,10,15,20m と変化させた場合の各種応答値と入力エネルギ

ーの関係を示している.(a)図より,最大重 錘衝撃力は載荷位置に拘わらず同程度の値 を示し、入力エネルギーの増加に対応して同 様に増加する傾向が示されている.入力エネ ルギーE=980kJ 以降において E-CL の場合が 若干小さめの値を示しているが、これは頂版 部の変形量の違いによる影響と推察される. (b)図には、載荷点最大変位と入力エネルギ ーの関係を示している.図より、載荷点最大 変位は、入力エネルギーの増加に対応して増 加しており, E-CL が C-CL の2 倍程度の値を 示していることが分かる.これは、図-5(d)

に示したようにブロック端部を自由端と する片持ち梁に類似した変位分布性状を 示すためと推察される.(c)図には、載荷 点残留変位と入力エネルギーの関係を示 している.図より、載荷点残留変位はい ずれの場合も入力エネルギーの増加に対 応して2次放物線的に増加している. そ の増加割合は, E-CL の場合が大きく, 部



F-P-H10

各種応答値と入力エネルギーの関係 図-6

材各所の損傷による塑性化の進行が著しいことが分かる.(d)図には,敷砂緩衝材への重錘貫入量と入力エネルギー の関係を示している.図より,重錘貫入量は入力エネルギーE=980kJまで E-CL が C-CL よりも若干大きめの値を示 していることが分かる.これは、頂版部の変形状況の違いによるものと推察される.さらに入力エネルギーが増加 すると両者の貫入量は一定値に収束しており、貫入量が限界値に達しているものと推察される.

6.0

4.8

1.2

日 3.6

(NW)

大重錘種 2.4

4. まとめ

本研究で得られた結果をまとめると、以下の通りである.

1) 最大重錘衝撃力は、載荷位置に拘わらず同程度の値を示す.また、載荷点最大変位は、道路軸直角方向では中央 部,柱側,壁側の順に大きく,道路軸方向では端部載荷が中央部載荷の2倍程度の値を示す.

2) ブロック中央部載荷の場合には、ブロック全体で衝撃荷重を分担しており、端部の鉛直変位は中央部の50%程度 である.また,端部載荷の場合には軸方向の中央部近傍を固定端とする片持ち状の応答性状を示す.