

ファイバーモデルを用いた PC 製ロックシェッドの レベル 2 地震動の動的解析に関する研究

石川工業高等専門学校 学生会員 ○田中 魁虎
石川工業高等専門学校 正会員 富田 充宏

1. はじめに

ロックシェッドとは落石覆い屋根部材と柱部材を PC 鋼材で一体化した構造物で、発生状況が一様でない落石現象から道路や鉄道を守る構造物の一つである。また、道路や鉄道を直接覆いかけるロックシェッドは最も信頼性の高い構造物とされている。近年、ロックシェッドの設計において、レベル 2 地震動に対する耐震設計が適用されたため、シェッド全体を対象に動的解析が要求されている。

本研究では、実物の門型 PC 製ロックシェッドをファイバーモデルでモデル化し、レベル 2 地震動の 2 タイプ 6 種類による動的解析を行い、残留変位および柱部材のコンクリートひずみについて設計の照査条件と解析的に検討することが目的である。

2. 解析方法

本研究で解析対象とした PC 製ロックシェッドは、図 1 に示すように、柱間隔 12m、山側柱の高さ 4.5m、谷側柱の高さ 4m、主桁の長さ 16.4m である。

また、本研究で用いた動的解析ソフトは、(株)地震工学研究開発センターが開発した FEM 動的解析ソフト EERC/Fiber を使用する。^[1] EERC/Fiber は、主に鋼構造物に対して材料非線形と幾何学的非線形を同時に考慮した複合非線形解析を行う FEM 解析ソフトであるが、ロックシェッドをファイバーモデルで表現できると考え、本解析ソフトを選択した。

FEM 動的解析ソフト EERC/Fiber を用いて動的解析をするには、まず、ロックシェッドの各屋根部材、柱部材の材料特性、断面特性、自重とプレストレス力による断面力を各節点および要素ごとに与え、図 2 に示すようにファイバーモデルでモデル化する。まず静的解析により、動的解析に必要な各要素の断面力、応力、ひずみを求める。次に、レーリー減衰を求めるため各節点に質量を入力し、断面特性に等価減衰と減衰比 0.02 を入力して固有値解析を行う。道路横断方向の刺激係数の高い値の 2 つの振動数

から、レーリー減衰を定義する。

最後に、地震波と加振する方向を入力し、動的解析条件を定義して動的解析を行う。今回の解析で使用する地震波は、道路橋示方書に記されているレベル 2 地震波である図 3 に示すような平成 15 年十勝沖地震（地震波 111）、平成 23 年東北地方太平洋沖地震（地震波 112, 113）、平成 7 年兵庫県南部地震（地震波 211, 212, 213）の 2 タイプ 6 種類とする。この動的解析により得られたロックシェッドの山側柱と主桁の接合部と、谷側柱と主桁の接合部の時刻歴応答変位および山側柱と谷側柱のコンクリートひずみを抽出し、照査条件の許容範囲内であるかについて検討する。

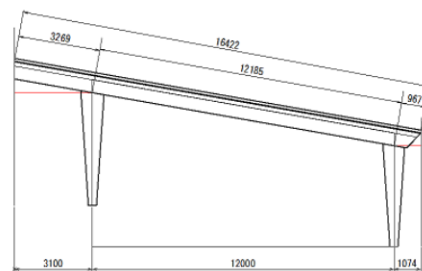


図 1 解析対象

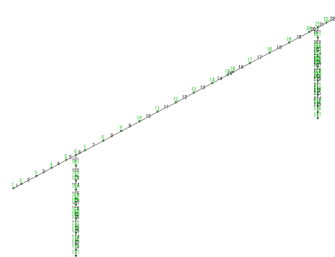


図 2 解析モデル

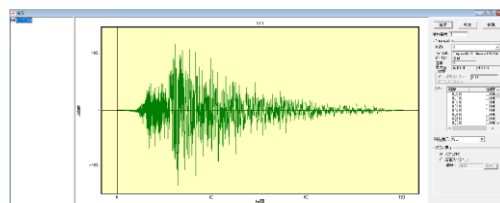


図 3 十勝沖地震（地震波 111）

3. 解析結果

水平方向の残留変位について照査する．許容値は柱と主桁の接合部に生じる水平方向の残留変位が柱高さの 1/100 以内である．

図 4、図 5 は十勝沖地震（地震波 111）と兵庫県南部地震（地震波 211）の山側柱と主桁の接合部の節点番号 6 と、谷側柱と主桁の接合部の節点番号 21 の X 方向変位の時刻歴応答のグラフである．また、表 1 に接合部の節点番号 6 と、節点番号 21 の各地震波の残留変位を示す．すべての残留変位の解析結果は、山側柱の許容値 50.21mm，谷側柱の許容値 45.21mm 以内であり，安全な結果となった．

次にコンクリートひずみについて照査する．許容値は 571μ以内とし、それ以上は【軽微な損傷】、2000μ以上を【重大な損傷】と判定する．

図 6 に示すように 2 タイプ 6 種類の地震波とも同様の結果となった．紺色の実線で囲った山側柱と谷側柱とも主桁接合部の 1 つ下の要素まで【軽微な損傷】を示した．また、赤色の破線で囲った山側柱と谷側柱の端部から 2 つの要素が【重大な損傷】を示した．

4. まとめ

本研究の解析結果をまとめると、ロックシェッドの耐震性を確保するためには柱部材の断面寸法を大きくする必要があると考えられる．

参考文献

【1】野中哲也・吉野廣一 共著：パソコンで解くファイバーモデルによる弾塑性有限変位解析，pp.161-162，2010．

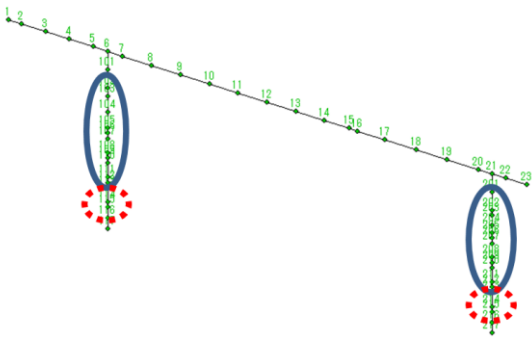


図 6 コンクリートひずみによる損傷

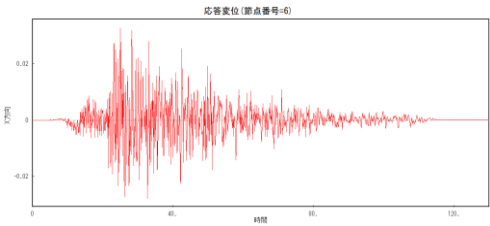


図 4(a) 地震波 111 接点番号 6

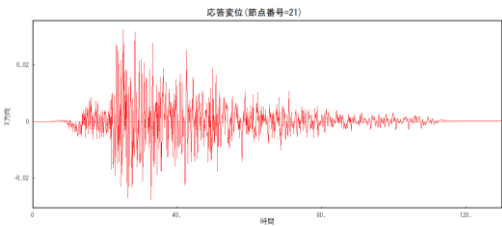


図 4(b) 地震波 111 接点番号 21

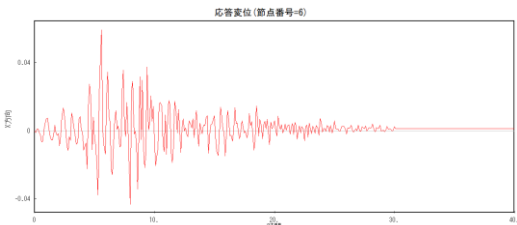


図 5(a) 地震波 211 接点番号 6

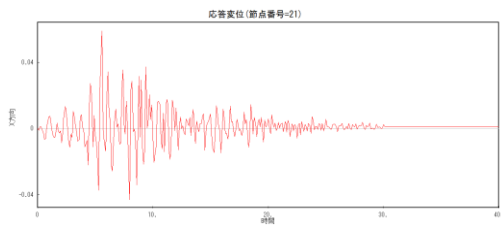


図 5(b) 地震波 211 接点番号 21

表 1 残留変位の照査

地震波	山側(節点6)	谷側(節点21)
111	0.183	0.185
112	3.614	3.054
113	2.483	1.886
平均	2.093	1.708
許容値	50.21	45.21
判定	ok	ok

211	1.321	1.129
212	2.024	2.163
213	5.082	5.278
平均	2.809	2.857
許容値	50.21	45.21
判定	ok	ok

単位 mm