

V-544

PCロックシェッド(逆L型)の衝撃応答特性

(株)ピー・エス 正 赤嶺文繁 中村 修
(株)ピー・エス 正 久保明英 脇本 優

1. まえがき

PCロックシェッドの落石荷重作用時の挙動を調べるため衝撃応答シミュレーションを行った。モデルとして逆L型場所打タイプPCロックシェッドを想定している。応答計算にはニューマークの β 法($\beta=1/4$)による直接積分法を用い、また減衰定数を $h=0.05$ として減衰マトリクスを質量比例で定義している。計算は1ステップを2.0 msecで行った。プレストレストコンクリート主梁の履歴特性としてトリニ7履歴モデルを用いている。応力と歪は瞬時に対応しその間に時間差は無いと仮定している。現在、PCロックシェッドの設計は静的挙動に基づいて行われている。本稿ではシミュレーション結果から推測した、静的挙動と異なる衝撃応答挙動について報告する。

2. 解析手法

(1) 解析モデル

モデルとして逆L型場所打タイプPCロックシェッドを想定している。これは工場より搬送したプレストレストコンクリート主梁と柱を逆L型に組み、その上に鉄筋コンクリートを敷設し道路方向に結合した構造(10組)をしている。モデルでは主梁間隔 1.5m、主梁の設計支間 10.0m、柱高 5.0m となっている。主梁山側支点及び柱下端はヒンジとなっている。解析モデルを図-1に示す。プレキャスト梁及び柱のコンクリート強度は $\sigma_{ck}=600\text{kg/cm}^2$ 、梁の上には厚さ40cm、 $\sigma_{ck}=300\text{kg/cm}^2$ の鉄筋コンクリートを敷設する。道路方向はこの鉄筋コンクリートで結合されている。シミュレーションモデルの断面諸元を表-1に示す。

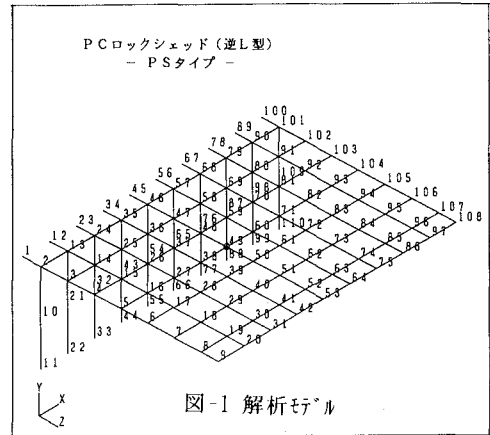


表-1 解析モデルの断面諸元

	断面積 A	ヤング係数 E	ねじりモーメント I_x	断面2次モーメント I_y	断面2次モーメント I_z
主 桁	0.597 (m ²)	3100000 (t/m ²)	0.01955 (m ⁴)	0.07910 (m ⁴)	0.01591 (m ⁴)
柱	0.495 (m ²)	3100000 (t/m ²)	0.02477 (m ⁴)	0.04991 (m ⁴)	0.00835 (m ⁴)
横桁	山側	0.608 (m ²)	3100000 (t/m ²)	0.01267 (m ⁴)	0.07492 (m ⁴)
	中央	0.553 (m ²)	3100000 (t/m ²)	0.14113 (m ⁴)	0.00460 (m ⁴)
	谷側	0.766 (m ²)	3100000 (t/m ²)	0.03571 (m ⁴)	0.10163 (m ⁴)

(2) 梁部材の履歴

プレストレストコンクリート梁の履歴特性として岡本、加藤の提案したトリニ7履歴モデル(図-2)を用いている。 I_1 、 I_2 、 I_3 は断面2次モーメントで $I_1=0.0791\text{m}^4$ 、 $I_2/I_1=0.424$ 、 $I_3/I_1=0.001$ 、ヤング係数は $E=3.1 \times 10^6 \text{tf/m}^2$ である。関係式を以下に示す。

$$\textcircled{1} M_c = E \cdot I_1 \cdot \phi_c$$

$$\textcircled{2} (M_y - M_c) = E \cdot I_2 \cdot (\phi_y - \phi_c)$$

モデルでは、 $M_c=46\text{tf}\cdot\text{m}$ 、 $M_y=285\text{tf}\cdot\text{m}$ 、 $\phi_c=0.000187 \text{rad/m}$ 、 $\phi_y=0.0025\text{rad/m}$ となっている。格点48～50は格点間を8等分、格点47～48、格点50～51また格点37～39、格点59～61は格点間を4等分してトリニ7履歴モデルを用いている。ただし、横梁は総て弾性梁として入力した。

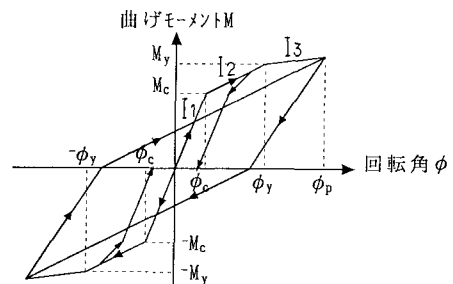


図-2 PC部材履歴モデル

(3) 荷重外力

格点49に 14.0 msec の間一定の集中荷重を作用させることとし、荷重を増減させてシミュレーションを繰り返した。14.0 msec は当モデルの4次モードの約1/4周期となっている。13tfでは弾性域にあり、25tfでは破壊に至っている。

3. 解析結果

(1) 衝撃応答特性

載荷は14msecで終了する。載荷中に載荷点49より少し50点寄りの位置に最大曲げが生じる。20msecで載荷点49位置に最大曲げが生じるがこの値は 21tf・mとMc以下の値であり、破壊に至るまでこの値を超えていない。50msecで格点48より少し49点寄りの位置に最大曲げが生じる。この位置の曲げモーメントは一挙に $Mc=46\text{tf}\cdot\text{m}$ 、 $My=285\text{tf}\cdot\text{m}$ を超えてしまい、PCボックス構造は破壊に至っている。曲げモーメントがMc程度の時、Myを超えた後の変形を図-3に示す。なお、変形所用時間を延ばすため変形域を4倍に拡大して計算を実行しており、時刻は実際より遅延されている。

(2) 荷重分配率

主梁のたわみを10主梁のたわみ合計で除し、各主梁の荷重分配率を計算した。荷重分配率を表-2に示す。横覧は主桁番号である。動的1は弾性内の動的荷重分配率である。動的2は第1降伏を、動的3は第2降伏を超えた後のそれである。

表-2 荷重分配率

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
静的	.004	.037	.100	.207	.302	.207	.099	.037	.009	-.003
動的1	-.027	-.015	.095	.258	.372	.257	.098	-.013	-.032	.008
動的2	-.000	-.043	.052	.279	.423	.279	.052	-.040	-.008	.006
動的3	.117	-.021	-.176	.070	.774	.191	-.238	-.245	.111	.358

(3) 履歴応答

図-4にトリニア履歴モデルの履歴応答を示す。縦軸は曲げモーメント (tf・m)、横軸は単位長さ当たりの回転角 (rad/m)となっている。

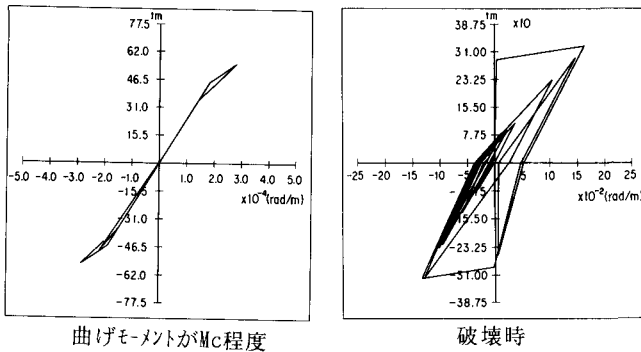


図-4 履歴応答

4. まとめ

PC部材降伏前の動的荷重分配率は、静的荷重分配率より若干大きく約1.2倍であった。部材の破壊は載荷点より1格点柱側で、載荷点を中心とする円弧上の梁上面に起こっている。このように静的挙動と異なる原因を、著者らは慣性抵抗の効果によると考えている。実構造物の設計に反映させる必要を現在検討中である。

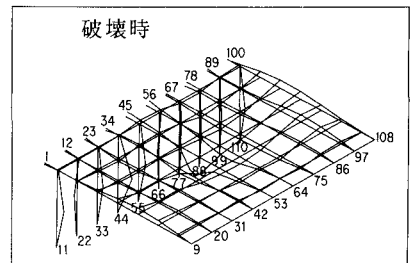
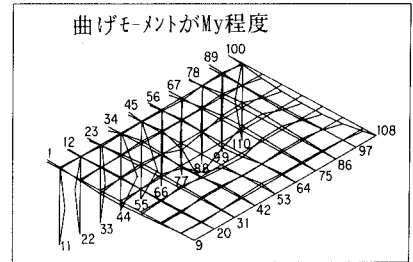
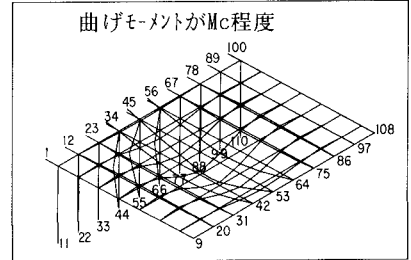


図-3 変形図