

RC ラーメンスラブ構造の衝撃応答解析手法に関する検討

(株)構研エンジニアリング 正会員 ○吉井 康訓 室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光
 (株)構研エンジニアリング 正会員 川瀬 良司 (株)構研エンジニアリング 正会員 牛渡 裕二
 (株)構研エンジニアリング 正会員 高橋 浩司 (株)構研エンジニアリング 正会員 鈴木 健太郎

1. はじめに

本研究では、落石による衝撃荷重載荷時におけるRC構造物の性能照査型耐衝撃設計法の確立に向けた検討の一環¹⁾として、衝撃荷重を作用させた小型RCラーメンスラブ模型（以降ラーメンスラブ）を対象として、三次元弾塑性衝撃応答解析法の適用性について検討を行った。弾塑性衝撃応答解析には、陽解法に基づく非線形動的構造解析用汎用コード LS-DYNA(ver. 971) を用いている。

2. 数値解析概要

2.1 数値解析モデル

図-1には、本数値解析に用いたラーメンスラブの構造寸法および配筋状況、図-2には、解析モデルを示している。解析モデルは、構造および荷重条件の対称性を考慮して1/4モデルとし、面对称を設定している。境界条件は、架台底面を完全固定とし、重錘-コンクリート間、コンクリート-固定治具間には面と面との接触・剥離を伴う滑りを考慮した接触面を定義している。

減衰定数は質量比例分のみを考慮するものとし、鉛直方向最低次固有振動数に対して1.0%と設定している。なお、本数値解析における解析ケースは、衝突速度を4~7m/sと変化させた計4ケースである。

2.2 材料物性モデル

図-3には、本数値解析で用いたコンクリートと鉄

筋に関する応力-ひずみ関係を示している。コンクリート要素は完全弾塑性体のバイリニア型にモデル化した。また、引張側に対しては破壊圧力に達した段階でカットオフし、引張力を伝達しないモデルを適用している。鉄筋要素は、降伏後の塑性硬化係数 H' を考慮した等方弾塑性体モデルとし、塑性硬化係数 H' は弾性係数 E_s の1%と仮定している。なお、各材料の降伏の判定には von Mises の降伏条件を採用している。

3. 数値解析結果

3.1 各最大応答値と衝突速度の関係

図-4には、各最大応答値と重錘衝突速度の関係を示している。図より最大重錘衝撃力に関して、衝突速度とほぼ比例の関係にあり、高い相関があることが分かる。載荷点変位、残留変位に関しても同様に高い相関性が見られる。また、衝突速度が大きくなるに従い、

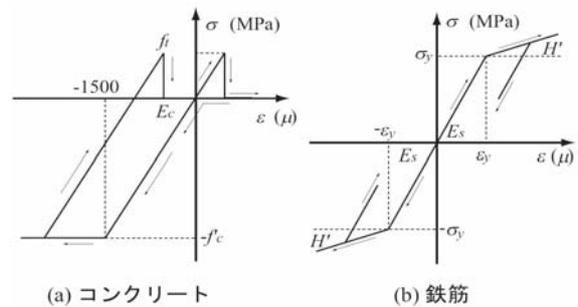


図-3 各材料の応力ひずみ関係

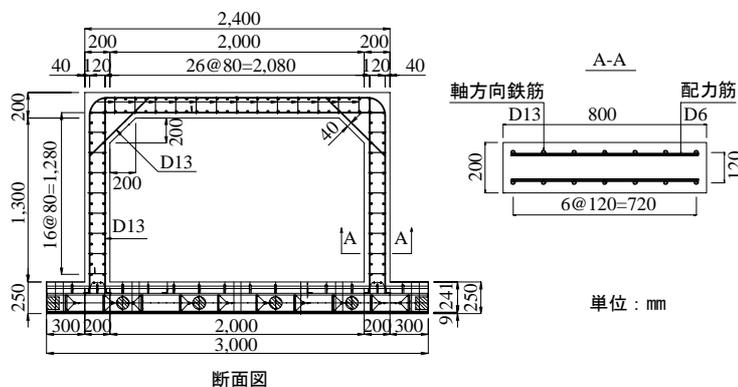


図-1 構造寸法及び配筋状況

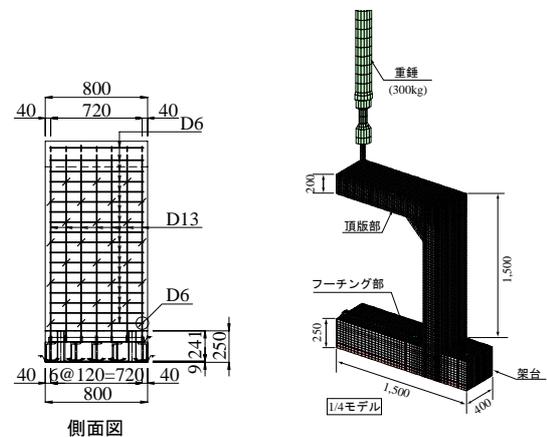


図-2 数値解析モデル

キーワード：RC ラーメンスラブ構造，三次元弾塑性衝撃応答解析，性能照査型設計，応答変位性状，ひび割れ分布性状
 連絡先：〒065-8510 札幌市東区北18条東17丁目1-1 構研エンジニアリング TEL 011-780-2813 FAX 011-785-1501

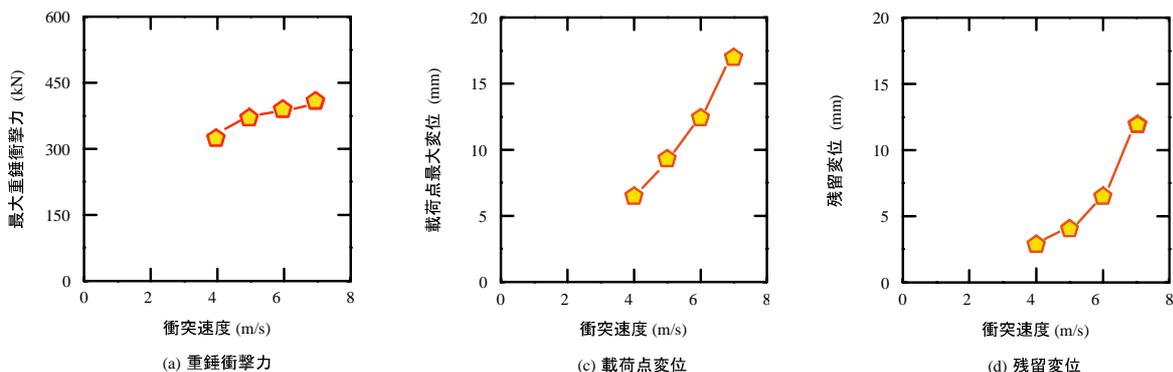


図-4 各最大応答値と衝突速度の関係

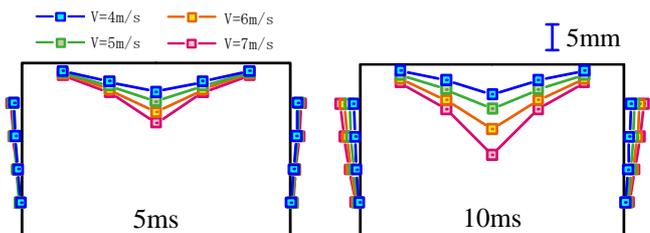


図-5 変位性状

残留変位の増加割合が増加する傾向が見られる。

これらの変位の傾向より、本解析の衝突速度の範囲内においては、各応答値の傾向が急変するような構造的終局状態には至っていないことが推察される。

3.2 変形状

図-5には、各解析ケースにおける変位分布性状を示している。変位の方向は、内縁方向がプラス、外縁方向がマイナスとなるように整理している。図より、頂版部においては載荷点部で、側壁部は隅角部近傍で最大応答を示していることが分かる。衝突速度が増加するにつれ、各点での変位量もほぼ比例する傾向が見られる。また、10ms 経過時には載荷点近傍の変形が大きく示されており、これに関しては、載荷点近傍の損傷が著しく、ひび割れによる開口が顕著化したと推定される。

3.3 ひび割れ分布性状

図-6には、各解析ケースの載荷点最大変位時における第一主応力分布図を示している。図中の緑色の領域はひび割れが発生しているか、応力零近傍の要素であることを示す。図より、載荷点断面において、頂版部には全て斜めひび割れが発生し、せん断破壊の傾向を示している。隅角部近傍には曲げひび割れが発生していることが分かる。また、裏面については、衝突速度 4m/s においては、曲げひび割れが発生し、衝突速度 5m/s 以降においては、曲げひび割れから放射状のひび割れへ移行する傾向が示されている。



図-6 ひび割れ分布性状

4. まとめ

本研究で得られた結果を、以下に示す。

- (1) 各最大応答値に関しては、重錘衝突速度とほぼ比例し、高い相関があることが分かる。また、衝突速度が増加するにつれ、残留変位の増加割合が増加する傾向が見られる。
- (2) 変位波形に関しては、頂版部は載荷点部で、側壁部は隅各部近傍で最大応答を示し、衝突速度が増加するにつれ、各点での変位量もほぼ比例する傾向が見られる。
- (3) ひび割れ分布性状に関しては、衝突速度が大きくなるに従い、放射状のひび割れへ移行する傾向が見られる。

参考文献

1) 岸 徳光, 三上 浩, 松岡 健一, 安藤 智啓: 静載荷時に曲げ破壊が卓越する RC 梁の弾塑性衝撃応答解析, 土木学会論文集, No.619/I-47, pp.215-233, 1999.4