

ブレイカーによるコンクリートのはつりに関する衝撃解析

(株)砂子組 正会員 ○平島 博樹
(株)砂子組 正会員 近藤 里史
(株)砂子組 正会員 佐藤 昌志
室蘭工業大学 正会員 小室 雅人

1. 目的

コンクリート構造物の劣化部分もしくは付属物交換のためには、はつり処理し、新たにコンクリートやモルタルを打継ぐ場合が多い。はつり処理としては、新旧コンクリートの良好な一体化性状が得られるウォータージェット工法、静的破碎のための油圧ニブラ、クラッシャー等があるが、本論文では、2トンプレーカーで橋梁の地覆を取り壊したときに床版等の他の部所に影響がないかどうかを検討する上において、施工前に油圧ブレイカーを使用した場合の解析シミュレーションを行ったものである。解析には世界衝撃解析汎用コードLS-DYNAを用い、主にコンクリート破壊の範囲および鉄筋にかかる応力に着目した。

2. 油圧ブレイカーの構造と打撃力

ブレイカーを用いた機械的切削工法は、ピストンの前面に組み込んでいるチゼルロッドと呼ばれる打撃部によって、コンクリートをはつる方法である。チゼルロッドは、圧縮空気または油圧で駆動する打撃方法であり、チゼルロッドの段差部分には常時圧縮空気が入っているため、コンクリート面を打撃したチゼルロッドは直ちに後退し、再び打撃を受けて飛び出し、これを繰り返す仕組みである。すなわち、チゼルロッドがストロークして切削するため、切削面に対して強く押し付けコンクリート面を細かく破碎するものである。

ここで、一般的に油圧ブレイカーの諸元に出ていない項目として打撃力がある。通常は油圧とrpmはのっているが荷重は記載されていない。あるメーカーで荷重をJ（ジュール）で表していたことから今回用いるミニバックホウ（0.1m³）に取り付ける150kgのブレイカーの荷重を求めることとした。

$$V^2 = J / \text{質量} \times 2000 \quad (\text{公式})$$

ブレイカーのJ=230Jで質量は150kgf/9.8となる。

$P \times D = 1/2 \times m \times V^2$ で一般的にストロークD=1cm程度である。

従って、 $P = 2,300\text{kgf}$ すなわち $P = 23\text{kN}$ となることから解析においては、1秒に3ストロークで最大打撃力を20kNとした。

3. 解析に用いた対象橋梁

図-1に今回対象とした橋梁断面図、図-2に破碎箇所、図-3には施工イメージを示した。

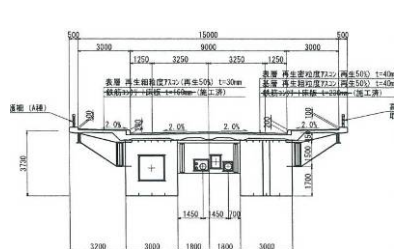


図-1

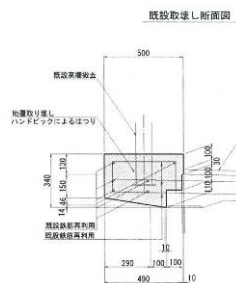


図-2



図-3

4. 3次元解析に基づく解析シミュレーション

4.1 解析モデル

数値解析モデルは図-2のハッチングの部分である（図-4）。境界条件は断面方向切断面すべて完全固定である。

キーワード 衝撃, 衝撃解析, 破壊制御, LS-DYNA, 維持補修, ブレイカー

連絡先 〒079-0394 空知郡奈井江町字チャシュナイ 987 番地 10 株式会社砂子組 TEL 0125-65-2326

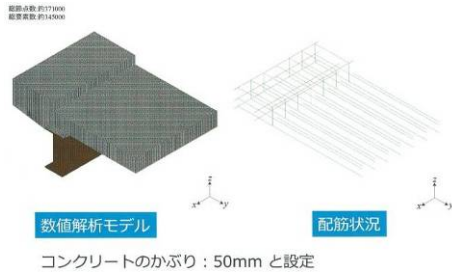
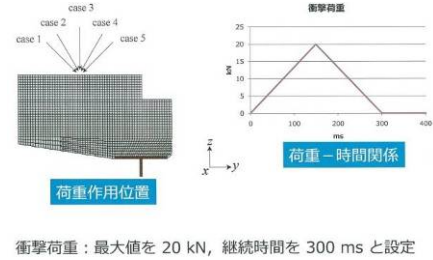


図-4



衝撃荷重：最大値を 20 kN，継続時間を 300 ms と設定

図-5

破壊構成則は $\varepsilon \leq 3,500 \mu$ コンクリート標準示方書に基づき定式化 $\varepsilon > 3,500 \mu$ とし初期弾性係数の 0.05 倍で $0.2f'_c$ まで線形軟下することとした。また，コンクリート標準示方書による引張軟化曲線は Drucker-Prager の降伏条件を適用してある。図-5 は解析断面と荷重載荷位置である。解析プログラムは LS-DYNA を用いた。

4.2 解析結果

図-6-1, 7-1, 8-1 は最大荷重時のケース 1, 3, 5 のコンクリート表面の解析結果である。同じく，枝番に 2 がつくものは鉄筋の応力図である。

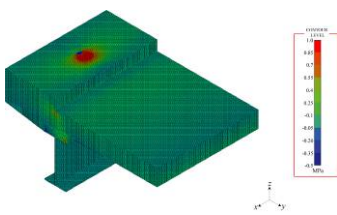


図-6-1

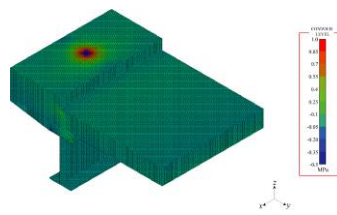


図-7-1

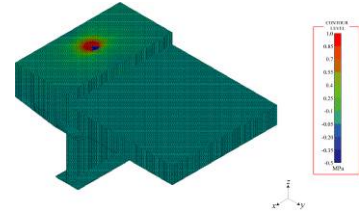


図-8-1

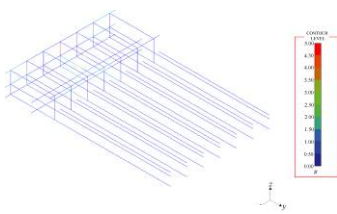


図-6-1-2

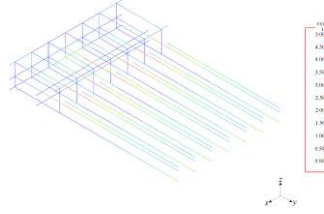


図-7-1-2

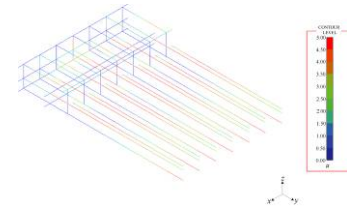


図-8-1-2

図-6-1，ケース 1 において 45 度にブレーカーを当てた場合はやや右回り回転の様に挙動することが顕著になるが下鉄筋の応力はほとんどゼロ応力状態である。床版コンクリートでは地覆から 30~50cm 離れた箇所に若干の引っ張り応力が発生しているのが見て取れる。床版は実際の施工では歩道部に当たりミニバックホウが載ることから若干の引っ張り応力追加となるが 1MPa 以下と考えられることから大きな問題とはならないと考えられる。図-7-1 のケース 3 の場合は，90 度に打撃を入れていることから，図-6-1 のケース 1 に比較し，右回りに回転するような挙動は少なくなるが若干地覆と床版の境界の付近に引っ張り応力が働く。地覆の上鉄筋はゼロ応力状態で打撃を与えた箇所のみに引っ張り力が働いている。図-8-1 のケース 5 の場合は上鉄筋に引っ張り応力が働いている一方で下鉄筋は地覆死荷重による圧縮と打撃時の引っ張りがキャンセルされているかのように，この場合もゼロ応力状態である。表-1 は各ケースの最大荷重時の応力等をまとめたものである。

case number	最大荷重時の 衝撃の威力 (N)	最大荷重時の 鉄筋の応力 (MPa)	最大荷重時の 鉄筋のひずみ (μ)	最大荷重時の コンクリートの 最大主応力 (MPa)
case 1	413.7	1.444	7.009	6.255
case 2	506.9	1.769	8.588	3.829
case 3	586.1	2.046	9.930	2.539
case 4	727.2	2.538	12.32	3.949
case 5	857.4	2.992	14.53	6.416

表-1

5. まとめと考察

衝撃解析で検証した結果として，

- (1) 鉄筋コンクリート構造物の場合，弾性係数および応力伝搬速度が 2 桁違う構造物では打撃という集中応力下において制御は可能であることがわかった。
- (2) ブレーカーの打撃速度下に置いてはストロークが小さいことから影響範囲が小面積で既設コンクリートにはほとんど影響がないことが分かった。