

コンクリートクラッシャーを用いた静的破砕解析と課題

(株)砂子組	正会員	○広上	伸二
(株)砂子組	正会員	近藤	里史
(株)砂子組	正会員	平島	博樹
(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、静的破砕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、はつり箇所以外に影響を与えないことを目的に置きひび割れのみを入れる方法として、油圧ニブラの代わりにクラッシャーの応力解析を行ったことから、今後の資料を作成したので報告するものである。なお、破砕の対象箇所は橋梁地覆を念頭に置いている。一般的にはハンドブレイカーで作業を行うが効率が悪いのでクラッシャー併用としたものである。

2. 静的油圧破砕機

静的油圧破砕機は建築の取り壊し現場で見かけるようにコンクリートを挟んで静的に破砕するものである。市街地の現場においては騒音の問題からよく用いられる。バックホウのアタッチメントを交換して容易に取り付けることができるほか市場性は高い。破砕機の機構はブレイカーより単純で、テコの原理でシリンダ 1~2 本をつけて油圧で押し引きし破砕するものである。写真 1, 2 に示した。



写真-1



写真-2

写真-1 のタイプは、刃先は異なるものの一般によく使われているもので、ハサミで部材を切る動作を基本としているのに対して、写真-2 のタイプは爪で挟み込んでコンクリート部材等に孔を開けつつ破砕していくものである。

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 に破砕箇所、図-3 には施工イメージを示した。

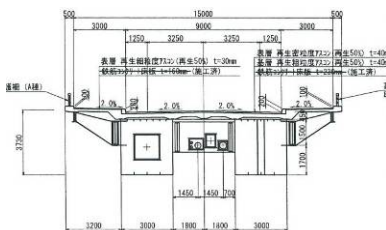


図-1

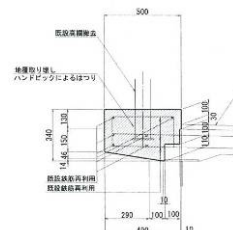


図-2

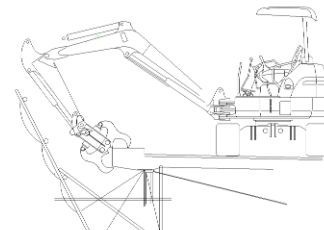


図-3

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

数値解析モデル図-4 は図-2 のハッチングの部分である。解析の境界条件としての図-5 は破壊構成則を示したものである。境界条件としては断面方向切断面（赤色）は完全固定。長手方向切断面（青色）は法線方向の変位を拘束。H 型鋼は上下フランジ部分（緑色）を完全固定にした。図-6 に示した破壊構成則は $\epsilon \leq 3,500\mu$ コンクリート標準示方書に基づき定式化 $\epsilon > 3,500\mu$ 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-7 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。

キーワード 破砕, クラッシャー, 弾塑性解析, 解析シミュレーション, 維持補修, 作業の効率化

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

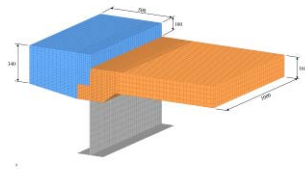


図-4

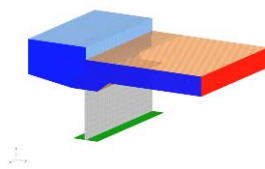


図-5

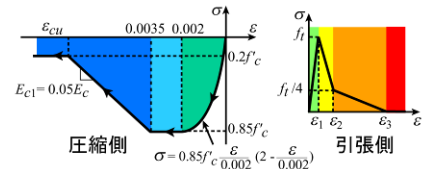


図-6

4.2 解析結果

図-9 に図-7 上段作用位置の場合の荷重ケース, 図-8 には図-7 上段場合の最大ひずみ分布と最小ひずみ分布を示した. 解析では荷重 92kN で収束せず計算は終わっている. 最大ひずみは引っ張りで $18,800\mu$ ストレインとなっていることからコンクリートは完全に引っ張り破壊を起こしている. 引っ張り領域の深さは 10cm 程度まで及ぶことから実際に施工が可能であれば静的破壊としてはブレイカーより効率が上がることも考えられる. また, 最小主応力としての圧縮は $3,500\mu$ ストレインを越えているがその範囲は直径 1~2cm の範囲となっている. 図-10 は破壊範囲領域を拡大したものである.

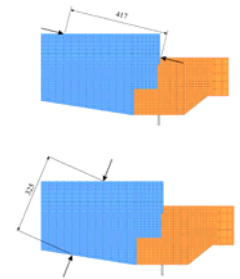


図-7

図-12 に図-7 下段作用位置の場合の荷重ケース, 図-11 には図-7 下段場合の最大ひずみ分布と最小ひずみ分布を示した. 解析では荷重 276kN で収束せず計算は終わっている. 最大ひずみは引っ張りで $18,800\mu$ ストレインとなっていることから, 左側の荷重ケースと比較してコンクリートは完全に引っ張り破壊を起こしている. 図-13 は破壊範囲領域を拡大したものである.

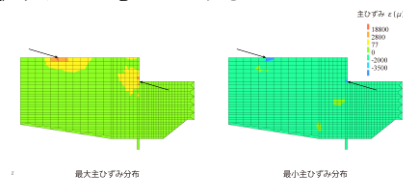


図-8

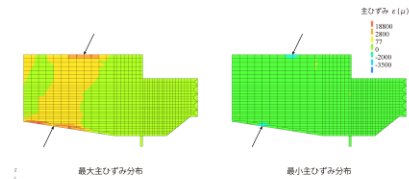


図-11

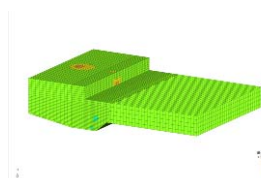


図-9

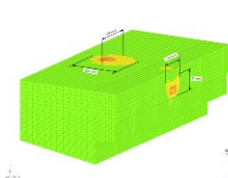


図-10

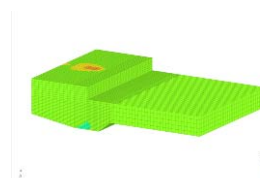


図-12

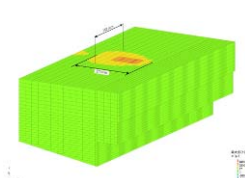


図-13

図-14 には解析ケースが図-7 下段場合の断面を 10cm に切ったものであり, すなわち作用点と作用点前後 10cm の応力図である. 図-14 の 2 段目が作用点中央で, 上段が奥行き後方, 下段が中心前方である. クラッシャーの作用点を点にしていることから中段に示したとおり作用点付近に応力集中していることがわかる. 逆に言えば, クラッシャーの刃先が鋭いほど爪がめり込む状況であることが見て取れる.

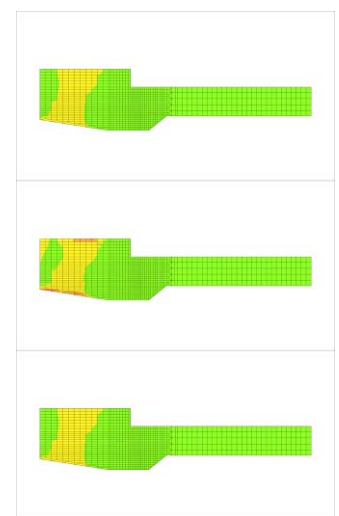


図-14

5. まとめと考察

静的破砕としてクラッシャーを用いた場合は解析シミュレーションから相当のクラックが入るものと推察されるが問題点も多数ある.

- (1) 実際のクラッシャーは写真-2の様に爪が丸まっている事から解析通りのクラックが入るかには疑問が残る.
- (2) 「単に壊す」という観点から見れば実用的である. 現有するクラッシャーのベースマシンが限られていることから高価でありニーズはあっても使用箇所は限定されると考えられる.