

RBM を用いたコンクリート診断手法の提案

石川島播磨重工業株式会社 正会員 ○戸田 勝哉

石川島播磨重工業株式会社 高橋 潤

石川島播磨重工業株式会社 富士 彰夫

1. まえがき

コンクリート構造物の延命化のためには、コンクリートの劣化度を調査・診断して適切な補修・補強をすることが有効である。また、コンクリート構造物が損傷した時、その被害の種類や大きさはコンクリート構造物によって異なる。そのため、コンクリート構造物の維持管理を適切に行うためには、リスクを考慮したメンテナンス手法の適用が有効であると考えられる。RBM(Risk Based Maintenance)は、ボイラー、セメントキルン、LNG タンク、ガスタービンなどのプラント施設のメンテナンス計画を提案する手法として実績があるが¹⁾、コンクリート構造物に適用されたことは無い。そこで、本論ではコンクリート基礎を含めたプラント全体の補修・補強工事のために、プラントのコンクリート基礎の診断に RBM を適用しその有効性を確認した。

2. RBM とは

RBM は、損傷によるリスクを用いて対象機器やプラントなどを評価する手法で、その結果として稼働率を向上させ、かつ万が一、災害が発生した際の被害の大きさを最小限とする事ができる。RBM におけるリスクの表現方法は

リスク = 「破損の起こりやすさ(Likelihood)」×「起きた場合の被害の大きさ(Consequences)」

で表すことができる。RBM は日本や欧米でプラント機器等の寿命診断に適用されており、規制緩和、自由化が進んでいる欧米では、米国機械学会(ASME)、米国石油学会(API)がガイドラインを示し普及を進めている。しかし、コンクリート構造物に本手法を適用した事例はまだ無い。

3. 対象となるプラント

RBM 手法の適用対象は、施工後数十年経過して老朽化し、沿岸に建設されたプラントである。診断の対象は、機器に付随したコンクリート基礎とした。そのプラントの、コンクリート基礎に使用されたセメントや骨材は低品質で、その運用期間から材料劣化が想定される。そこで、リスク評価におけるコンクリート基礎の劣化要因は、塩害と中性化に加え、コンクリートの強度低下とアルカリ骨材反応とした。

4. 診断手法

4.1 診断項目

表-1 に RBM に用いた診断項目と調査手法を示す。なお、シュミットハンマーによる推定強度が著しく低い、目視による劣化の激しい、目視で不明な劣化が起きているコンクリート基礎に関しては非破壊検査に加えコアによる詳細調査を実施した。

4.2 リスクの区分けについて

図-1 に、破損の起こりやすさと被害の大きさの関係をリスクの評価結果を基に区分けしたマトリックスを示す。破損

表-1 診断項目

分類	調査項目	調査手法	対象構造物
非破壊検査	構造物劣化度調査	目視	全ての基礎
	構造物の強度	シュミットハンマー	
	ひび割れ深さ、浮きの位置、アンカーボルトの健全性	超音波、中性化深さ	劣化が激しい基礎
	鉄筋露出部の中性化度	フェノールフタレイン法	
コアによる調査	強度詳細調査	圧縮強度	特徴的な基礎
	中性化深さ	フェノールフタレイン法	
	塩化物イオン量	電位差滴定	
	アルカリ骨材反応	顕微鏡観察	

キーワード：メンテナンス，RBM，リスク，診断

連絡先：〒235-8501 横浜市磯子区新中原町 1 番地 TEL 045-759-2864 FAX 045-759-2208

の起こりやすさに関しては、診断結果を 4 段階に、被害の大きさに関しては、コンクリート基礎の上に設置された機器が有する可燃性溶液の量、据え付け高さ、沸点した液体の保有の有無、運転圧、回転数の総合点を 5 段階に分類した。なお、図-1 中の から は

許容不可：供用をやめてすぐに補修するべき

要計画変更：供用を続けられるが早く補修するべき

条件付き許容：要観察

許容可能：問題は無いが観察は続けるべき

を意味する。ここで、被害の大きさが高く評価された機器に関しては、破損したときにプラントに与える影響が大きいたと言える。また、許容不可と評価されたコンクリート基礎に関しては、早急に補修・補強することによりプラント全体のリスクを低減することができる。

5. 調査結果

今回調査したプラントのコンクリート基礎は、経年劣化していることや海洋に面していることもあり、写真-1 に示すようなひび割れ、断面剥離が観測された。また、その他に推定圧縮強度が低い、ひび割れが鉄筋まで達している、かぶりが薄いなども観測された。以上の調査結果を元に、診断およびリスク評価を実施した。図-2 に RBM によってリスクを区分けしたコンクリート基礎の数を示す。許容不可と判定された基礎に関しては、リスクが高いので早急な補修・補強が必要であると言える。

6. RBM を用いたコンクリート診断手法の提案

図-3 にコンクリート基礎に対して、RBM を用いたメンテナンス手法の提案を示す。破損したときに被害が大きいコンクリートに関しては、劣化が小さくても補修・補強が必要となる。被害が小さいコンクリートに関しては、補修・補強の優先順位が低くなる。よって、同じ劣化度のコンクリートを補修・補強する場合でも、リスクを考慮する事により補修の優先順位を付けることができる。今後は、プラントの基礎以外のコンクリート構造物にも本手法が適用できるように研究開発を進め、リスクを低減できるような効率的なメンテナンス手法を提案していく予定である。

参考文献

- 1) 木原重光, 富士彰夫: リスク評価によるメンテナンス RBM/RBI 入門, 日本プラントメンテナンス協会, 2002.11

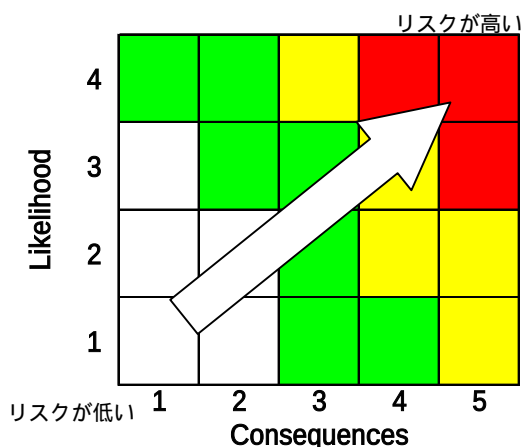
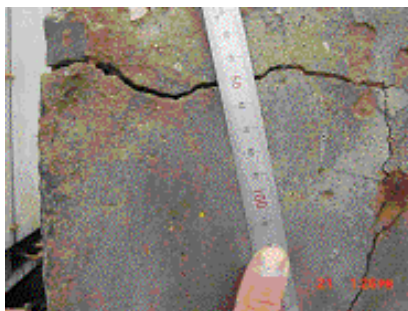


図-1 リスクの区分



ひび割れ



断面剥離

写真-1 観測されたコンクリートの劣化

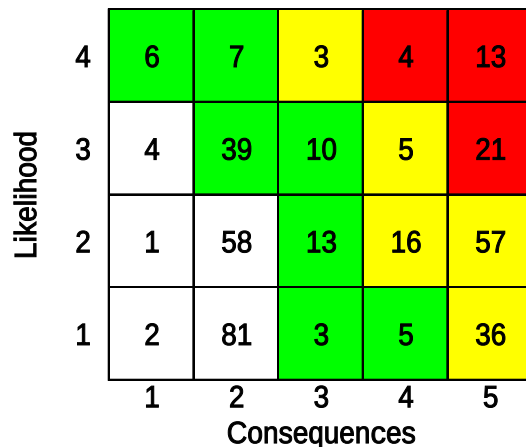


図-2 コンクリート基礎の RBM 出力結果

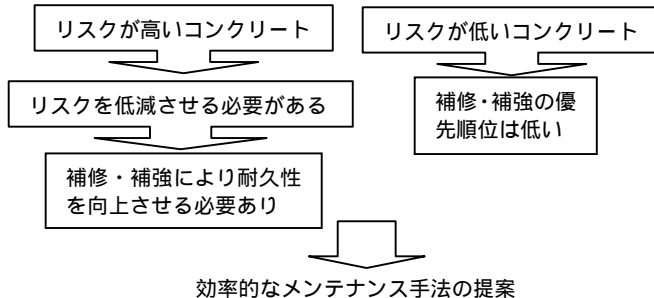


図-3 RBM を用いたメンテナンス手法の考え方