

コンクリートは劣化する。

コンクリートの寿命は約50年と言われているが、様々な劣化が寿命をさらに縮める。

1、アルカリ骨材反応

コンクリートはアルカリ性であるが、このアルカリ成分と一部の骨材(コンクリート中の小石)が反応し、体積が膨張するゼリー状物質を小石の周りに作り出す。このゼリーが小石を砕き、放射状にクラックを発生させて、コンクリート強度を大幅に低下させる。最後には無数のクラックがコンクリートを粉砕し、岩を積み上げたような状態になる。



トンネル壁面の崩落事故

2、乾燥収縮によるひび割れ

コンクリートは、気温差や湿度差によって膨張収縮するため、表面に細かいクラックが発生する。このクラックが内部の鉄筋にまで達する深さになると、進入した水で鉄筋が腐食する。

3、鉄筋腐食

鉄筋は腐食すると同時に体積が増えていく。最終的には2-4倍になると言われ、この圧力がコンクリートにひび割れを発生させる。鉄筋間の距離が近い場合には、このひび割れは水平面でつながっていき、最終的に鉄筋から表面までのコンクリートが剥落する。通常の鉄筋の埋めらる深さは5cm程度なので、1m四方、厚さ5cmのコンクリートは125kgとなり、これが高所から落ちてくるのは脅威である。



鉄筋の腐食で剥落した擁壁



剥落したコンクリートに直撃された車

4、塩害

海岸近くのコンクリート構造物では、表面のひび割れから塩分が侵入するため、鉄筋腐食は通常よりも早い速度で進行する。

上記の各種の劣化は複合して進行するため、早ければ20年でも構造物の寿命がくる場合がある。構造物によっては、その劣化程度により、取り壊して再構築と言う事もあり得るが、それには大きな費用が必要になる上、工事の完成まで相当な時間がかかり、住民の生活に大きな負担をかけることになる。これを回避するためにも、事前に調査を行い、適切に補修して、効率的に構造物の寿命を延長することが重要である。



突如落下した橋



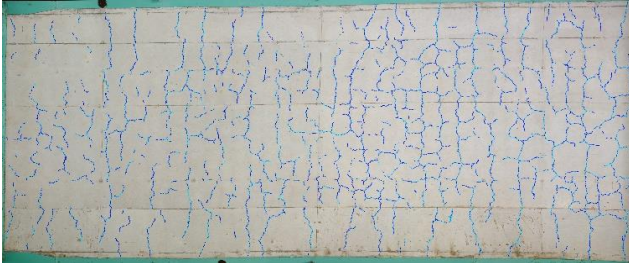
折れた橋

劣化したコンクリート構造物の補修と寿命の延長

劣化した構造物の対策は、まず正確な調査から始まる。

1、クラック調査

クラックの長さや幅を正確に測定し、幅の大きいところではクラック深さ測定を行う。
クラック長さは全体の劣化の程度を表し、クラックの密度分布は劣化の分布と同じである。
クラック密度の高いところは劣化も進んでいる。
クラックの幅が大きいほどクラックは深い、鉄筋の有無で幅と深さの比率は異なる。



橋の下面の床のクラック調査



測定値: 162mm/実測値: 約165mm

採取したコアのクラック

アルファプロダクト社のFOCUSでは、足場を使用せずに0.1mm精度の正確なクラック調査を行うことができる。
同社のSEECでは、コア採取をせずにクラック深さ測定ができる。

2、コンクリート強度

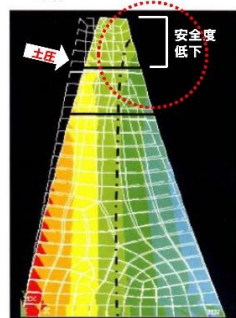
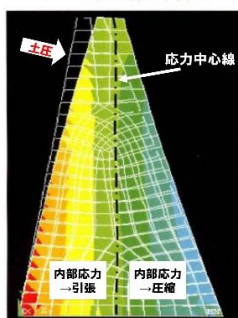
コンクリートの強度が設計値以下であると、崩壊する可能性が高い。
調査の重要な要素であるが、現状はコアを採取して破壊試験を行う方法が一般的であるが、費用も日数もかかる



アルファプロダクト社のSEECでは、コア採取をせずにコンクリート強度測定ができる。

3、クラックの状況とコンクリート強度からコンピュータシミュレーション(FEM法)で現状を把握する。

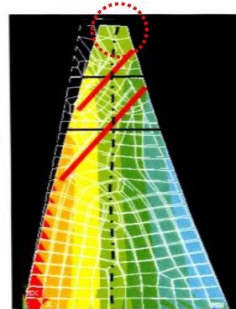
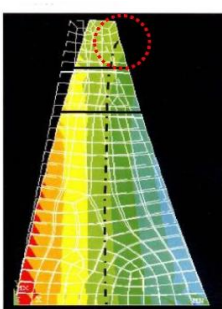
2つの調査結果の数値をFEM(コンピュータシミュレーション)に設定し、現状の構造物の状況を確認する。



左はある擁壁の断面のFEM結果である。
左が完成時、右が現在。

左から土圧がかかるが、それに対抗する右側からの圧縮応力が、貫通クラックのために弱くなっており、応力の中心線が右に大きく外れている。上部の塊は右に落下する可能性が高い。

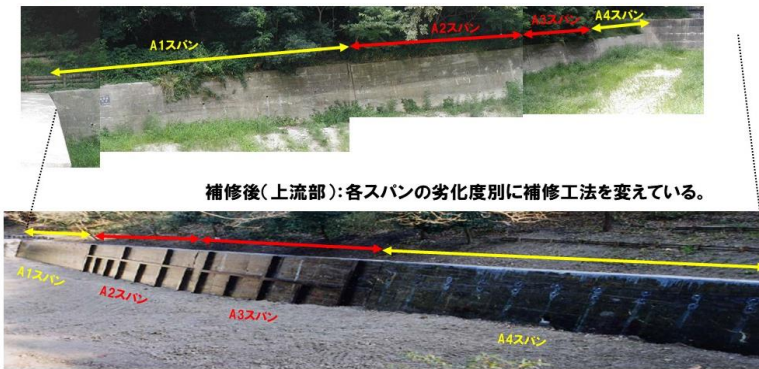
同じ設定で補修工法をシミュレーションで確認する。



左が現状、右は赤い線で示す鋼材を挿入したシミュレーション。応力の中心線の位置がほぼ回復しており、安定である。

挿入する鋼材の太さもシミュレーションで確認できる。

この手法で調査・補修した擁壁(上記のFEMで確認した擁壁)



補修費用は従来法の約1/2であった。

この手法で調査・補修した砂防ダム



補修費用はケーブルクレーンの設置費用を含んで従来法の約2/3であった。

この手法での構造物の残余寿命予測

この手法の特徴は、現状の構造物耐力と、補修後の耐力が数値で確認できるという事である。したがって、同じ割合で劣化が進むと仮定した時に、補修時と同じ耐力まで低下するには何年かかるかが正確に予測できる。

