

PROTO MANUFACTURING



橋梁

X線回折を使用した静荷重測定

静荷重

橋梁を建造する計画段階において、設計者はコンクリートの総重量、鉄の上部構造、全構造物に残る静荷重を十分に把握する必要があります。それらの荷重はメンテナンスや修理によって変動し、重大な損傷事故が起きた場合、橋梁の構造における静重量と荷重経路に変化を引き起こす可能性があります。静荷重と荷重経路を正確に把握することは橋梁の信頼性と安全性を保証する上で大変重要な要因となります。

プロトのX線回折(XRD)システムは金属橋梁構造物の静荷重の動向を橋梁の構造を壊すことなく、迅速かつ低コストで評価できます。



静荷重の測定

- XRDによって構造物の応力測定を行う。
- 製造工程上、表面に最も多くの応力が残留する。これらの応力は内部に近づくにつれ減少傾向にある。
- 静荷重が存在するエリアに応力は集積する。その構成部材の該当エリア内の任意の箇所を0.5mm程度電解研磨。
- 公式を用いて静荷重を算出

$$\text{XRDの応力評価} \times \text{弾性定数} \times \text{構成部材エリアの横断面積} = \text{静荷重}$$

静止荷重測定において如何にXRDを活用するか

- 要素と測定箇所を特定して測定
- 測定ポイントの一部任意の箇所を0.5mm程の深さまで電解研磨
- XRDによって測定方向を定めて応力を測定(単位/ksi または Mpa)
- 隠れた静荷重を把握するため、測定箇所上にある横断面積エリアの測定結果データを増やす

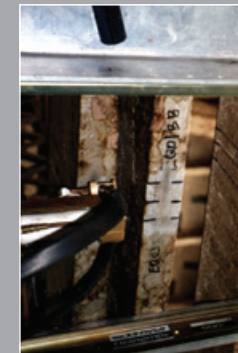
XRDによる橋梁の静荷重測定の利点

- 構成部材内の静荷重と荷重経路(応力またはlbf)を決定
- 他の橋梁の計測のために基準となる荷重情報を提供
- 重要構造物の損壊を防ぐための確認事項を把握
 - a. 設計ミス
 - b. 静荷重の変化
 - c. 橋梁の損傷
 - d. オリジナルの設計からの変更
 - e. 荷重評価
- 正確な荷重経路をあらゆる要素に基づき特定
- 金属構造物の橋梁における静荷重の動向をXRDは橋梁の構造を破壊することなく測定
- 静荷重の変化と荷重経路を長い年月をかけモニタリング
- 亀裂が発生した場所の応力を特定



事例:フランクリンスクエアブリッジ

マンハッタンにかかるブルックリンブリッジは1883年に開通しました。フランクリンスクエアブリッジは橋の支間(スパン)が6つの平行した鍊鉄アイバートラスから成り立っていることで知られています。この橋が開通した時、デッキは外部の二つのトラス上部にある橋の両端にかかった二つの車道から成り立っていました。橋の開通以来、トランジットトラックは取り除かれ続け、橋の静荷重が55%まで増加したコンクリートデッキに交換されてきました。この増加荷重はいくつかの問題点を引き起こす可能性があります(アイバースの構造がかなりの高荷重を受ける、ピンやアイバース近辺にある追加応力の再分配の結果によって、アイバースに繋がるピンの多くが歪む等)。当局の要請を受けたプロトは自社のiXRD可搬型システムを使用して、アイバース内にある静荷重の測定を行いました。その結果、全てのアイバースが同じ荷重を生み出すわけではなく、一部は限りなくゼロに近い荷重を生み出す事を発見しました。一方、いくつかのアイバースが高い荷重を生み出していることも発見しました。この情報によって、当局はフランクリンスクエアブリッジの安全性が十分に保たれていない状態であると判断。トラスを補強するため6つの鉄のアーチを追加する工事が行われました。



www.protoxd.jp