

橋梁構成部材への設計情報を記録した RFID 取り付けの提案

(株)帝国建設コンサルタント 正会員 坂井田 実

1. 提案の背景と着眼点

少子高齢化などによって社会資本投資に対する財源の確保が難しくなる中で、わが国の橋梁は次々と供用後 50 年を迎え、既存ストックの有効活用が求められている。また、車両の大型化や交通量の増加、耐震性能要求の高度化により、既設橋梁の多くに補強が必要となり、順次補強工事が行われている。

補強が必要となった橋梁のうち、その多くについて建設当時の設計図や設計計算書が保管されておらず、当時の設計基準や設計手法に基づいて復元設計を行うなどして、補強されるべき橋梁の保有耐力を推定して補強設計が行われている。しかし、鋼橋の上部工では部材の寸法計測や荷重載荷試験などによって比較的精度良く既設橋の保有耐力が推定できるのに対して、地中に位置する基礎工や鉄筋コンクリートの配筋など、完成後の目視や直接計測が困難な構造においては、精度の高い保有耐力の推定が困難であり、効率の良い適切な補強設計が実施されているとは言い難い。また大規模地震や事故などで緊急に供用可否を判断する場合には、基礎形式や支承条件などが重要な情報となると考えられる。

一方で、建設 CALS の推進によって設計情報や施工情報の電子化が急速に進展しており、橋梁台帳や維持管理台帳を地理情報システム (GIS) に組み込むことによる維持管理の効率化にも多くの自治体に取り組み始めている。しかし、保管スペースの縮小、施工や管理への設計情報伝達の効率化、保管資料の劣化防止といった効果は得られているものの、データベースとしての活用があまりなされていない。

橋梁の維持管理に施工時の設計資料が必要となるのは、一般に建設後数十年を経てからである。長期間にわたる情報の保管には統一された管理システムが重要であるが、従来は大きな保管スペースが必要なことや検索の手間がかかることから、導入が困難であった。これに対し、情報技術の急速な高度化と廉価化によって大容量管理システムの整備環境が整ってきていることや、アセットマネジメントの重要性が高まってきていることにより、ニーズに見合った活用手法の検討が必要となってきた。

そこで本論文では、これらの状況を踏まえて今後の補強設計に迅速かつ効果的に対応するため、現地での確な設計情報を取得するためのツールとして、設計条件や設計図書の参照先などの情報を記憶させた RFID (Radio Frequency-Identification ; IC タグや IC チップ) を橋梁構成部材に取り付けることを提案する。

2. 橋梁本体に取り付ける媒体の必要性能と有用性

橋梁の設計情報や施工情報は、図面や写真などの大量のデータとなることや、橋梁が自然の風雨の中であらば放置された状態で供用されることから、①経時劣化しない、②損傷しにくい、③目立たない、④持ち出せないといった性能が要求され、個々の橋梁本体にこれらの情報を紙やマイクロフィルムなどで保管することは、劣化や損傷の面で困難であった。損傷に対する原因としては、温度履歴や日射、凍結融解といった自然条件だけでなく、動物による損傷や悪戯、盗難なども考慮に入れる必要があり、目立ちにくい位置への設置やそれ自体の目立ちにくさが重要である。また持ち出されたデータがコピーまたは必要な更新後に戻されないと、システムの有用性が失われてしまう。

非接触で半導体メモリからデータを読み出すことのできる RFID は、油や埃などの汚れに強く、形状は小さく薄い。また電池を内蔵しないポジティブ型を用いることによって情報の経時劣化を防ぐこともできることから、橋梁本体に情報媒体として取り付けるものに適しているといえる。

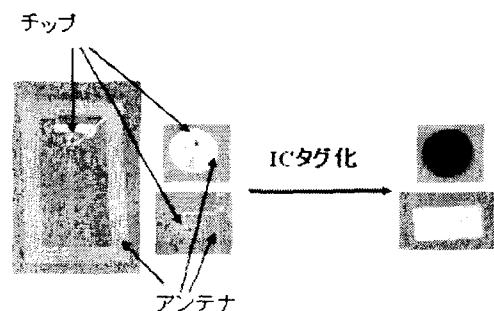


図 1. IC タグ (RFID) Welcat inc. の HP より引用

3. 対象とする橋梁構成部材と取り付け要領

表 1 に示す橋梁構成部材に対して RFID の活用が効果的であると考え、同じく表 1 には RFID を取り付ける箇所及び記憶させるべき情報の例を示す。RFID の容量は最大で数 kB であるため、大量の設計データの記録は不可能である。また情報更新の混乱を防止するためには、基本事項以外を統一管理されたデータベースで管理するのが望ましい。したがって、記録させておくデータを限定するのがよいと考えられる。

橋梁全体の詳細な情報を迅速に得ることができるように、設計データ保管データベースにアクセスするための URL や橋梁台帳に記載されているレベルのデータを上部工から得られるようにすることが重要である。

また、補修を行う場合に現場で目視確認できない事項が問題となりやすく、施工時の不具合を招きやすい。したがって、現場計測を行いにくい床版厚やコンクリート内の鉄筋の配筋状況、床版橋の支承条件、橋台の背面形状、基礎工の形式・寸法などの情報が現地で入手できることは有用である。支承についてはゴム支承の普及・高度化にともなって、減衰機能の有無やゴムの弾性係数など、外観からは判断できない事項が増えてきている。支承は損傷しやすい部材であるが橋梁全体の挙動を決定している重要な部材であるため、注意して損傷しにくい部位に取り付けることが必要である。

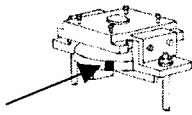
RFID は小さいため、上下部工本体への取付箇所を標準化することが重要であり、急峻な谷部など桁端側面へのアクセスがしにくい場合を踏まえて、補修頻度の高い地覆高欄部や伸縮継手部、車両衝突の危険性が高い親柱、河川内の没水部などを避けた位置に選定しなければならない。

4. おわりに

現在、橋梁台帳の GIS 化やアセットマネジメントの重要性の高まりから、既設橋梁の情報管理が手法見直しの過渡期にあるため、その効率化を図る良い機会であると考え。

今後検討の必要な課題として、現在不明または不足している既設橋梁のデータがあり、今後の補修・補強の中で特定していく必要がある。また RFID は金属部材の近くでは読み取り効率が落ちる特性を持っているため、読み取り性能を確認して RFID の形状や性能、取り付け要領を決定する必要がある。

表 1. RFID の取り付け要領例

構成部材	取付単位	取付箇所	記録情報
上部工	1 連毎	橋歴板取付部付近（桁端付近の耳桁腹板）	※共通データ／※上部工基本データ， 橋長／支間長／斜角／幅員構成， 床版厚／防水層仕様
下部工	1 基毎	橋台橋座側面， 橋脚柱下部側面	※共通データ／※下部工基本データ， 簡単な配筋図（外形構造寸法を含む）
基礎工	1 基毎	下部工側面	※共通データ／※基礎工基本データ， 簡単な配筋図（外形構造寸法を含む）
支 承	1 基毎	下沓側面 	※共通データ， 設置箇所（P○橋脚 G○主桁）， 設計条件（固定／可動，設計反力，設計水平力等）， 簡単な構造図 (特に外観で判断できない内部構造とアンカーボルト)

※ 共通データ、構造部位別基礎データは、次のデータを示す。

共通データ（橋梁全体の共通条件）	基本データ（上下部基礎工の個別条件）
設計データ保管 URL， 管理者名／管理者連絡先， 設計社名／設計年次／施工社名／施工年次， 橋名／竣工年／適用示方書／設計活荷重， 橋梁全体の構造形式／支承条件， 特徴的な設計条件・設計手法（免震設計等）	構造形式 設計震度 数量総括表（鋼種・設計基準強度等を含む） 補修履歴及びその特記