

I-A 413 X線によるPC主ケーブル調査法の研究

東海旅客鉄道（株） 正会員 七里 知文
吉田 照之

1. はじめに

東海道新幹線のPC桁橋りょうは、最先端の土木技術導入として、設計・施工・品質管理等厳格に管理された結果、現在に至っても特に大きな変状もなく安定化している。しかし、当時の時代背景から考えて最新鋭のPC桁施工体制として十分配慮されていたが、施工不慣れもあり、今後将来にわたって構造物の老朽化が考えられ、時代要請による輸送力増強、速度向上等に答え得るため、PC桁の変状予知並びに精密診断による信頼性の高い検査方法を研究する必要がある。

そこで今回PC桁の生命線である主ケーブルの腐食防止を目的として、充填されているグラウトの健全度及び鋼線状態を確認するため、X線透過による調査法開発に取り組んだ結果について報告する。

2. 現状と開発目標

現在、PC桁の検査は、双眼鏡等を用いた外観の目視が主体となっており、桁内部に埋め込まれている重要な構造部材である主ケーブルのグラウト等の状態を把握するためには、非破壊機能を持ったX線システムが必要となる。周辺技術としては、可搬式X線装置を用いて張出部のPCケーブル（RC部材厚 250mm）調査に使用されているが、PC主ケーブル（RC部材厚 550mm）への導入にあっては、作業効率と検査体制を確立するための手法の開発をする必要がある。このことにより、現行の検査で確認できない桁内部のPC主ケーブル等の状態を確認することができ、将来的な老朽劣化に対応することができる。

3. システム開発

(1) 機種選定

X線装置については、狹隘、高所作業等から作業性を考え、現在市販されている可搬式のもの3機種選定し、実構造物を使用して各項目別に検証を行った。

結果、表-1に示す評価となり作業時間及び画像鮮明度を重視しC機種を使用することとした。

(2) 散乱線除去等検討

散乱線を除去することは、画像の鮮明度が大きく作用し、重要である。また線源-フィルム間距離については、照射時間及び画質に作用するため、どちらも重要な問題である。

結果、散乱線除去については、グリッドだけを使用した場合が最も鮮明な画質を得られることが確認された。また距離の関係については、作業時間及び画質から総合的に判断し、1000mm

表-1 X線装置比較表

測定機器	A 機種	B 機種	C 機種
調査項目			
機器の性能	寸法320×320×820mm 重量 38kg 焦点 2.5×2.5mm 使用出力 300kV/5mA 使用電力 単相 AC200V	寸法320×320×737mm 重量 38.5kg 焦点 2.5×2.5mm 使用出力 300kV/5mA 使用電力 単相 AC200V	寸法 φ295×720mm 重量 28kg 焦点 1.3×1.3mm 使用出力 300kV/5mA 使用電力 単相 AC200V
評 価	○	○	◎
照射時間及び作業性	厚=300mm 時間 5分 +330 25(10) +380 85(45) +440 170(90) +480 325(165) +540 270(140)	厚=300mm 時間 5分 +330 25(10) +380 85(45) +440 170(90) +480 325(165) +540 未調査	厚=300mm 時間 5分 +330 15 +380 55(45) +440 115(90) +480 215(165) +540 未調査
※()内は露出時間			
	1:1 休止（最大10分通電 必要有り Rr-Rrを配置により作業 性向上可能	1:1 休止（最大10分通電 必要有り Rr-Rrを配置により作業 性向上可能	外気温20℃以下で連続可能 5:3 休止処理実施 水冷装置行えば外気温関係 なく連続可能
評 価	○	○	◎
故障発生状況	長時間照射に対して、液 体空冷で450mm撮影可能 水冷化処理を怠す事によ り若干発生防止可能	長時間照射に対して、水冷 化処理無し 実際出力295kV程度であり その分故障も抑えられる	発生器について長時間照射 可能 制御器について700V以下 制御により故障発生に難有 故障の際国内修理出来ない
評 価	◎	○	△
画像鮮明度	到達距離は高い 画像については他に比べ て若干悪い	到達距離は東芝製より若干 低い 画像についてはシーズ管が 明瞭に確認できる	到達距離は東芝製と変わら ず 画像については他機種よりシ ーズ管が明瞭に確認できる
評 価	△	○	◎
総合評価	△	○	◎
※ ◎ --- 番良い ○ --- 二番目に良い △ --- 番悪い	機器の性能及び故障発生 状況については問題なし 照射時間:1:1 休止必要 画像鮮明度他と劣る	機器の性能及び故障発生 状況については問題なし 照射時間:1:1 休止必要 画像鮮明度東芝製より良い	機器の性能他に比べ最速 故障発生状況に難有 外気温により休止必要なし 画像鮮明度最も良い

（RC部材厚 450mm以上の場合）を使用することとした。板厚と照射時間の関係を表-2に示す。

表-2 板厚と照射時間の関係

版厚 (mm)	300	350	400	450	500	550
時間 (分)	0.5	2.0	7.0	23	70	200
合計時分 302.5						

距離 1000mm
濃度 1.0
但し 550mmについては濃度 0.8

(3) 画像解析

今回の目的とする主ケーブルの健全度状態の確認として、シース管の上下端が識別できることが前提条件であり、これまでの調査結果からRC部材厚 450mm程度までは、経験者であれば識別可能であると考えられる。しかし、RC部材厚 450mm以上になると画像処理を行わなければ識別不可能であり、評価判定にも影響を及ぼす。

そこで未経験者でも評価可能な方法として、最新の超高感度フィルム使用による高性能デジタイザーとRC部材厚 450mm以上についてはIP（イメージプレート）による画像処理を併用し識別を行うこととした。このことにより目標としていたRC部材厚 550mm程度まで調査可能となった。

4. 実用化

図-1は、X線調査フローを示したものである。調査としては、桁上部より締結された主ケーブル（単列）について調査を行うもので、今後の保守管理に大きな影響を与えるものとする。

また、マニュアル作成に至っては、評価判定基準を検討中で、耐久性、耐荷性それぞれについて、誰でも同じ評価となるよう、解析処理上の濃度（図-2）により数値的評価を考えている。

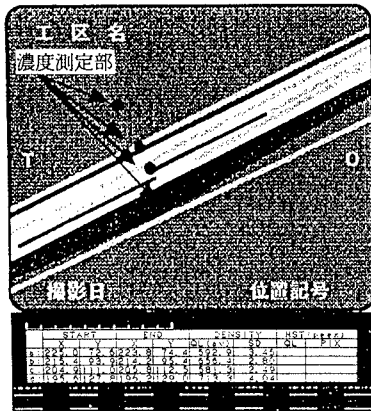


図-2 濃度測定部

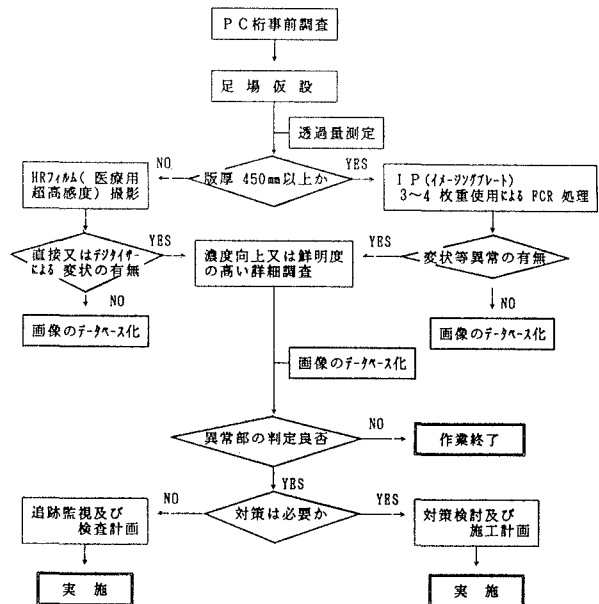


図-1 X線調査フロー

5. おわりに

このシステムにより、今まで確認できなかった範囲の、PC桁主ケーブル内部の状態を把握することができると共に、将来的な老朽劣化、突発変状の要因である主ケーブル破断等を未然に防止する検査体制を確立することができると考える。

現在の可搬式X線発生装置には限界があり、今後は周辺機器の開発に合わせて、より精度の高い数値的評価ができるよう深度化及びシステム化を図っていきたいと考えている。