インテリジェントマテリアルによる基礎構造物の損傷検知手法の開発

(その2 透水デバイス)

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 〇西岡 英俊,村田 修,渡辺 健治 埼玉大学工学部建設工学科 正会員 齊藤 正人,川上 英二

1. はじめに

鉄道等の線状構造物の維持管理においては、全区間に渡る検査が不可欠であり、1箇所あたりの検査コスト、 手間を低減させることが重要である.また基礎構造物は地中部に存在するために目視調査が困難で、周囲に現 れる変状(例えば傾斜,固有振動数の低下等)から地中部の損傷を推定するのが一般的である.そこで基礎構 造物自体に損傷検知機能を付与させ、検査に要するコストの低減、簡便化および判定精度の向上を図ることが 有効と考えられる.筆者らは、そのような基礎部材のひび割れ・損傷検知を目的として、インテリジェントマ テリアルによる損傷検知デバイス(圧電デバイス、通電カプセル、透水デバイス)を提案¹¹している.このう ち部材損傷に伴うクラックを通した透水性の変化に着目した透水デバイスによる損傷検知システムの概要を 図1に示す.図中の基礎部材内部に透水デバイスを埋設し、導水管を通じて地上部に設置された点検用ボック スに連結する.点検用ボックスには、複数の導水管端部に目盛付のタンクを接続し、コックで開閉できるよう にしておく.点検方法は、検査員の巡回時に各導水管端部のタンクに所定量の検査用液体(最も簡単な例は河 川水)を満たし、コックを開き、一定時間(数分~数時間)後の液体の減少量すなわち透水デバイスから杭体

外部への透水量を記録することとなる.透水デバイスからの 透水量と杭体の損傷程度に相関性があれば,透水量の変動か ら透水デバイス周辺の損傷を推測できるというのが,本損傷 検知システムの原理である.本システムは単純な原理に基づ いており,電気的な計測装置等が不要でありことから,詳細 な調査ではなく,簡易的な一次判定としての簡易性,即時性 に主眼を置いたものである.これにより,検査員の巡回時に 基礎構造物の損傷の有無が簡易かつ即時に判定が可能となる ため,地震後の判定精度の向上および早期復旧に大いに資す るものである.

本報では、透水デバイスの有効性および出力特性を把握す るため、デバイスを埋設した鉄筋コンクリート梁試験体(幅 300mm×高さ 200mm×長さ 2000mm)の三点曲げ試験を実 施し、その有効性を確認した.

2. 実験の概要

本実験では、透水デバイスとして、角柱体(150~300×10×10mm)のポーラスストーンの両側に導水管(ビニールチューブφ13mm)を接続したものを用いた.ポーラスストーンを引張鉄筋に添って取り付け、導水管を型枠側方から外部に取り出した後、コンクリートを打設した.その埋設位置を図2に示す.載荷方法は、繰り返し載荷とし、各サイクルの 最大荷重または変位を漸増させた.各サイクルの除荷時に導水管の一方を閉じ、他方に接続したスタンドパイプの水位を





キーワード インテリジェントマテリアル,損傷検知,場所打ち杭,曲げ試験,基礎構造物,非破壊検査法 連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所構造物技術研究部 042-573-7261 デバイスから 1100mm の高さにそろえた後, コックを開いて から5分間の水位低下量を計測した.また,載荷中は,図3 に示すように試験体底面から約4mの高さに設置したタン クに導水管の一方を接続し,他方を水圧計に接続して載荷中 の水圧低下を損失水頭として計測した.

3.実験結果と考察

試験体Aの最大載荷変位(20mm)時の側面写真を図4に 示す.デバイス周辺のひび割れから水が滲み出していること が分かる.実現場での適用を想定した除荷時のスタンドパイ プの水位低下量計測による結果として,試験体Aの除荷直前 の最大載荷変位と水位低下量の関係を図5に荷重変位関係 と共に示す.損傷が進むにつれて水位低下量が大きくなって いることがわかり,その反応は部材の曲げ降伏変位よりも大 きい変形を与えられた後で水位低下量が大きくなっている ことがわかり,長さの短いデバイスB(150mm)でも十分に 反応が得られている.また,載荷点近くに設置したデバイス A,Bが,載荷点から離れた位置にあるデバイスCよりも早 期に反応を示しており,配置位置の調整により損傷位置の検 出が可能であると考えられる.

次に、載荷中のデバイスの挙動を確認するため、図6にひ び割れ幅とデバイス A、C、D の損失水頭の関係を示す.こ こでひび割れ幅は、透水デバイスが設置されている区間(長 さ 300mm)に並べて設置したパイゲージにより計測された ひび割れ幅の合計である.損失水頭は設置場所、試験体が異 なる3つのデバイスで同様の傾向が得られ、ひび割れ幅とほ ぼ1対1の関係があり、除荷時にひび割れが閉じた際には、 損失水頭も減少している.また、ひび割れ幅 0.5mm 程度を 超えると損失水頭は作用水頭差に収束していることがわか る.すなわち、透水デバイスはその周辺のひび割れから外部 への透水性を検知するものであることが確認できた.



以上により,透水デバイスが損傷検知機能を有し,その反応はデバイス周辺のコンクリートのひび割れ幅に 密接な関係があること,および現場での簡易な計測手法によっても損傷の有無を判断することが可能であるこ とが確認できた.今後は,場所打ち杭への施工性を確認し,実構造物への試験適用を行う予定である.

なお、本研究は埼玉大学と(財)鉄道総合技術研究所の共同研究の成果の一部をまとめたものである.

参考文献 1) 西岡英俊,渡辺健治,齊藤正人,村田修,川上英二:インテリジェントマテリアルを利用した基礎構造物の損 傷検知手法の提案,地盤工学会誌 土と基礎, Vol.51, No.11, pp17-19. 2003.11.



図4 試験体A側面の20mm 載荷時におけるひび割れおよび透水状況(点線はデバイス位置)