

建設後 52 年経過した PC 箱桁橋の健全度診断



(一財)首都高速道路技術センター
技術研究所 第一研究開発室
青 木 聡

1. はじめに

都市高速道路の PC ゲルバー橋において、ゲルバーヒンジ支承部の圧壊（写真 - 1）や横締め PC 鋼材のグラウト充填不良、シース管露出などが確認され、補修・補強工が計画された。とくに下床版横締め PC 鋼材の一部で錆汁が見られたため、ほかの PC 鋼材についても発錆・腐食が懸念された。

本稿では、PC ゲルバー橋の補修・補強に資する健全度診断として実施した、横締め PC 鋼材のグラウト充填度調査と、25 tf 荷重車による動的計測について報告する。



写真 - 1 ゲルバーヒンジ支承部の圧壊



写真 - 2 横締め PC 鋼材のグラウト充填不良と
PC 鋼材の腐食

2. 調査対象橋梁の構造概要

調査対象の PC 橋は、1964（昭和 39）年東京五輪に向けて建設され、建設後 52 年経過する箱桁橋である。駅前広場に架設されており、径間長 65 m でゲルバー構造が採用されている。また、駅前で支保工の設置が困難なため、高

架下でプレキャスト I 桁を製作し、この桁を架設して多室箱桁の断面に形成させた箱桁橋となっている（図 - 1, 2）。

多室箱桁に形成された箱桁橋の下縁には横締め PC 鋼棒（ $\phi 27$ ）が 750 mm ピッチで配置されているが、下縁に錆汁やシース管の露出が見られ、一部削孔したところグラウトの充填不良、PC 鋼棒の腐食が確認された（写真 - 2）。

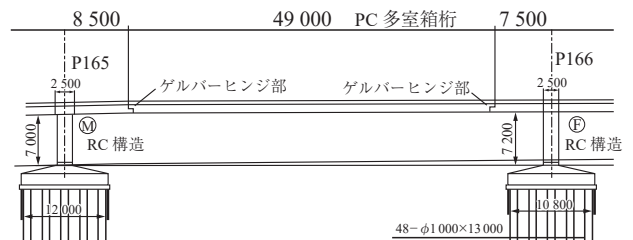


図 - 1 調査対象橋梁 側面図

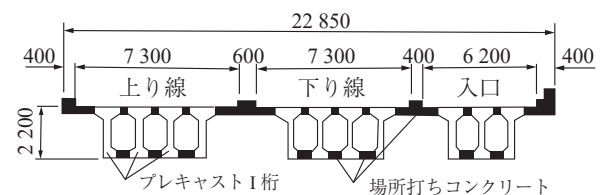


図 - 2 調査対象橋梁 主桁断面図

3. 調査・診断

3.1 横締め PC 鋼材のグラウト充填度調査

本調査は、横締め PC 鋼材の定着部をかぶりコンクリート上から金属ハンマーで打撃して衝撃弾性波を入力、反対側の定着部で弾性波を受信し、伝播波の解析によりグラウト充填度を判定する非破壊検査手法である（図 - 3）。

グラウト充填度の判定は、弾性波の伝播速度と伝播波形に現れる特徴波を評価指標としている。伝播速度による評価は、打撃から受信までの伝播波の到達時間を測定し、伝播距離（測定長）から伝播速度を算出して評価する。充填不良の場合には、減衰を受けないために伝播速度が速くなる傾向がある。また、特徴波による判定は、受信した伝播波の立ち上がり部（初動周波数）の波形に着目し、初動周波数に図 - 4 に示すような高周波数振幅波が観測される波形は充填不良と判定している。全 194 本（上下線、入口）を測定した結果、充填 94 本、充填不良 66 本、充填不良のおそれ 34 本の判定であった。

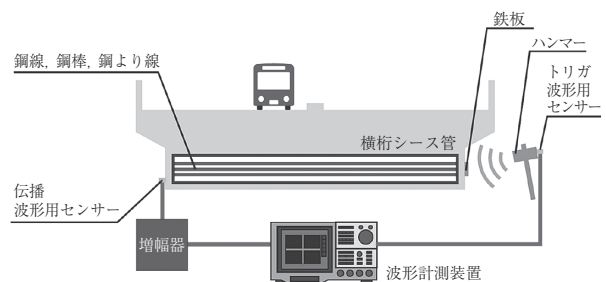


図 - 3 横締め PC 鋼材のグラウト充填度調査 概念図

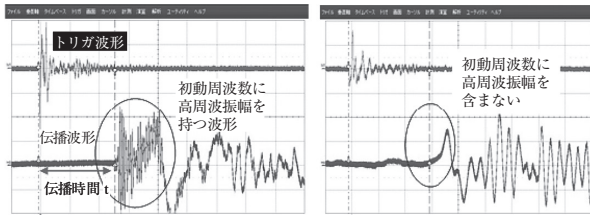


図 - 4 グラウト充填度判定波形 (左: 充填不良, 右: 充填)

3.2 直接視認による非破壊検査結果の検証

非破壊検査の判定結果を検証するため、ファイバースコープカメラによる直接視認調査 (写真 - 3) を行った。充填良好な箇所、不良箇所をそれぞれランダムに 10 本選定して調査した結果、充填の判定箇所はすべて充填されていたが、充填不良の判定箇所はすべてが充填不良ではなく、一部充填されている箇所が確認できた。

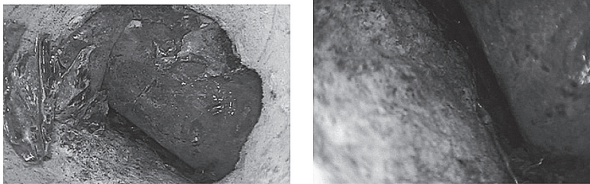


写真 - 3 横締め PC 鋼材のグラウト
直接視認調査 (充填不良)

4. 25 tf 荷重車による動的計測

健全度調査として、PC グラウト充填度調査のほか、25 tf 荷重車によるひずみ・たわみの動的計測を行った (図 - 5)。計測位置は、主桁の曲げ応力度が卓越する断面 (支間中央) とし、ウェブ側面上・中・下段にゲージを設置した。たわみはレーザードップラー計測機を用いて測定した。計測結果を図 - 6 に示す。

25 tf 荷重車は 2 台並列载荷として、ひずみは支間中央のウェブ下縁側で 18.5μ (FEM 解析値 $35 \mu^*$)、たわみは 5.5 mm (FEM 解析値 5.8 mm^*) であった。健全モデルの解析値と比較して応答値は小さく、補修・補強前段階で耐力低下している状態ではないことが確認できた。

※ FEM 解析: MidasFEA による弾性解析

5. おわりに

本調査のほか、主桁 PC 鋼材のグラウト充填度調査 (イ

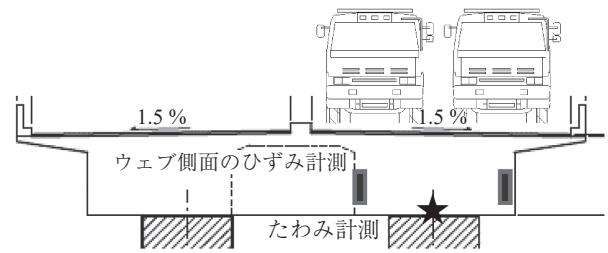


図 - 5 25 tf 荷重車計測 概念図

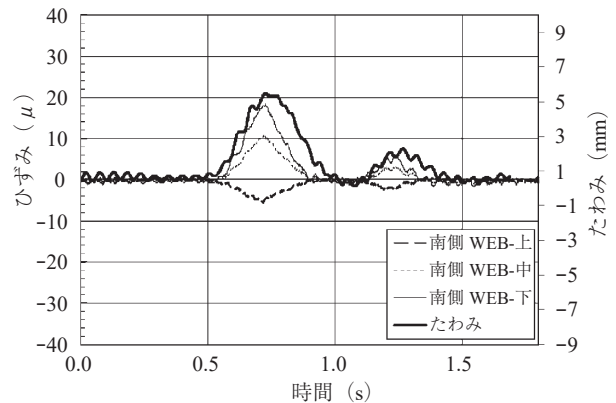


図 - 6 25 tf 荷重車計測結果 (支間中央のひずみ, たわみ)

ンパクトエコー法)、コンクリートの硬化体物性調査 (圧縮強度、静弾性係数) を行った。調査結果に基づき、グラウト充填不良箇所はグラウトの再充填が行われ、ゲルバリー部連続化、B 活荷重に対応した外ケーブル補強工事が行われた。

調査結果から、交通規制が必要な緊急性のある状態ではなかったが、グラウトの充填不良や鋼材腐食が未処理のまま継続した場合、PC 鋼材の破断 (耐力低下) につながるおそれがある。とくに PC 橋は、損傷が表面化するまで耐力低下の発見が困難であることや、安全度の評価が難しいこと、補修工事の難易度が高いことなどの課題がある。

そのため、PC 橋の診断技術について、つねに最新の検査技術を収集しながら適切な診断が可能な体制を構築するとともに、新たな非破壊検査技術の開発も必要と思われる。他分野の診断技術を PC・RC 構造の分野に取り込むなど、これまでにない新たな発想、展開を追及していきたい。

【2020 年 3 月 11 日受付】