

## グラウトの充填不良により変状を生じた鉄道 PC 桁の調査と対策

北海道旅客鉄道株式会社 正会員 ○笹田 航平 正会員 渡辺 一功 正会員 川村 力

**1. はじめに** 千歳線の札幌駅構内に位置する市道厚南大通架道橋は、1972年に建設された市道を跨ぐプレストレスト・コンクリート（以下、PC）構造の架道橋である。本架道橋において、主桁にひび割れや漏水などの変状（例えば、図1）が確認され、PC鋼材の腐食や破断が懸念された。そこで、シーす内部の状況を、放射線透過法<sup>1)</sup>や削孔調査法<sup>2)</sup>を用いて調査した。本稿では、そのシーす内部の調査について報告する。

**2. 概要** 図2～図4に本架道橋の諸元を示す。本架道橋の構造は、支間長22.5m、主桁高さ1.6mのポストテンション式PCI形単純桁（単線3主桁、上下線別）である。

表1に本架道橋に生じた変状を示す。本架道橋に見られた変状は、剥落防止対策として表面被覆工するために全面足場を架設するとともに桁の表面をケレンしたところ、複数の主桁の下フランジにひび割れや漏水、ひび割れに沿った白い析出物が確認された。また、G3桁、G4桁のウェブにおいてPC鋼材に沿ったひび割れも確認された。当該箇所は、外面から水がかかる環境ではないため、シーす内部やシーす周囲に生じた空洞等の水みちが存在することが懸念された。特に、シーす内部に水が浸入していれば、PC鋼材の腐食による破断に繋がることも考えられるため、主桁のPCグラウトの充填状況およびPC鋼材の腐食状況を調査した。

**3. 調査内容** 事前の調査でPC鋼材に沿ったひび割れが確認された3G桁と4G桁を中心に、放射線透過法による非破壊検査（18箇所）および削孔調査法による微破壊検査（20箇所、うち2箇所は非破壊検査と重複）を実施した。

表2にPCグラウトの充填調査の結果を、図5に放射線透過法による撮影画像を、図6および図7に削孔調査法による撮影画像を示す。PCグラウトの充填調査は、36箇所で行った。そのうち、未充填が6箇所、充填不良が大小で16箇所あった。両者を合わせると22箇所となり、調査箇所数の61%の割合であった。また、1箇所については、シーすを開削時に中から水が噴出したことから調査箇所より上部にも充填不良があると考えられる。

キーワード 鉄道橋, プレストレスト・コンクリート, PCグラウト充填調査, 充填不良, 放射線透過法, 削孔調査法  
連絡先 〒060-8644 札幌市中央区北11条西15丁目1-1 北海道旅客鉄道(株) 工務部工事課 TEL011-700-5794



図1 主桁に生じた変状の例（漏水、ひび割れ）

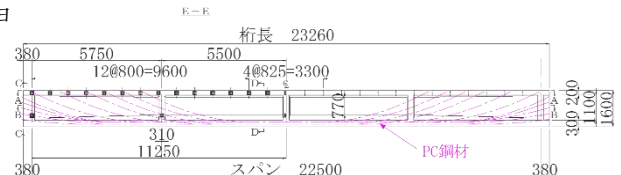


図2 市道厚南大通架道橋の諸元（側面図）

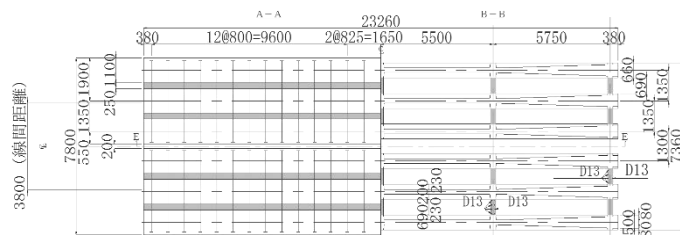


図3 市道厚南大通架道橋の諸元（平面）

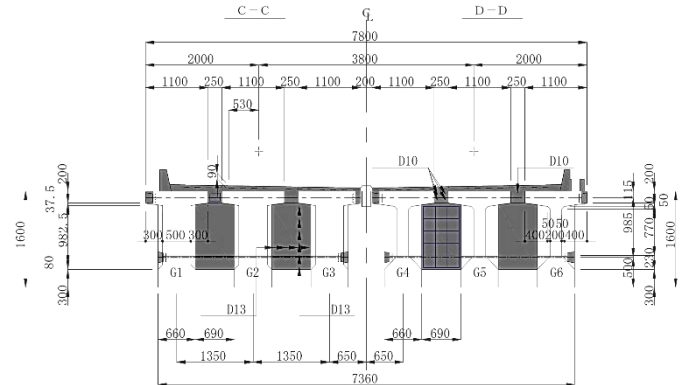


図4 市道厚南大通架道橋の諸元（断面）

表1 発生した変状（漏水、ひび割れ）

	G1	G2	G3	G4	G5	G6
ウェブ - PC鋼材に沿ったひび割れ			■	■		
下フランジ - ひび割れ	■	■	■	■	■	■
下フランジ - 漏水	■	■	■	■	■	■
漏水付近の白い析出物						■

※発生したものに「■」印

また、削孔調査法で調査した箇所については、PC 鋼材の腐食状況も観察した。調査した箇所において著しく腐食した PC 鋼材はなかったが、1 箇所で表面に赤錆が見られた。このことから、シース内部に水分と酸素が頻繁に供給される環境ではなかったものと推察される。また、放射線透過法による非破壊検査においては、シースの周囲に空洞は確認されなかった。起点側よりも終点側の水準が高く、PC グラウト施工時には水準の低い終点側から起点側に向かって充填され、終点側の空隙が多いと推測していたものの、そのような傾向はなかった。

ひび割れと PC グラウト充填状況の関係は、主桁ウェブの主ケーブルに沿って伸展しているひび割れはグラウト充填不良位置に発生している場合が多いが、下フランジの側面や下面に発生している橋軸方向のひび割れについては、PC グラウトが充填されている位置にも発生していた。

**4. 変状の原因** 本架道橋の建設時期は、1972 年（昭和 47 年）であることから、ブリーディング率や膨張率などの PC グラウトとしての品質規格がなく、ブリーディングや収縮が生じるような材料が使用された可能性が考えられる。また、表 2 に示した本調査の結果より、「未充填」のシースもあったことから品質管理についても不十分であった可能性も考えられる。

ひび割れの発生原因は、充填不良位置とひび割れ位置が必ずしも一致していないことから、施工時の PC グラウトの膨張や PC 鋼材の緊張時に生じたひび割れが、収縮等により幅が増加した可能性が推察される。なお、PC 鋼材の腐食は確認されなかったことから、シース内部が頻繁に滞水する環境ではないため水の凍結融解との関連は低いと考えられる。

以上より、PC グラウト充填不良の原因は、不明であるものの、使用材料や施工管理が影響したものと考えられる。

**5. 対策** 現時点での PC 鋼材の腐食状況は、健全または表面さびのみで破断や著しい断面欠損がないことから、耐荷力への影響はないと判断した。ただし、将来、グラウト充填不良箇所での PC 鋼材の腐食が進行し、破断に繋がる可能性もあるため、耐久性上の措置としてグラウト充填不良箇所への PC グラウトの再注入を計画している。

**6. おわりに** 主桁にひび割れや漏水が生じた PC 桁に対して、PC グラウトの充填調査を実施した。その結果、調査箇所数の 61% の割合に空隙が見られた。また、PC グラウト充填不良の原因は、不明であるものの、使用材料や施工管理が影響したものと考えられる。今後、グラウト充填不良箇所への PC グラウトの再注入を計画している。

謝辞：本調査にあたり、(公財)鉄道総合技術研究所による、多大なるご協力をいただきました。本紙面を借りて、深く感謝を申し上げます。

参考文献 1) (一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会：プレストレストコンクリート構造物の補修の手引き [PC グラウト再注入工法]，2020 ， 2)(公財)鉄道総合技術研究所：ポストテンション式 PC 桁の維持管理マニュアル集，2013

表 2 PC グラウトの充填調査の結果

調査方法	調査箇所数	充填	充填不良 (空隙小)	充填不良 (空隙大)	未充填
①放射線透過法	16	6	0	4	6
②削孔調査法	18	8	1	9	0
①②併用	2	0	0	2	0
合計	36	14	1	15	6

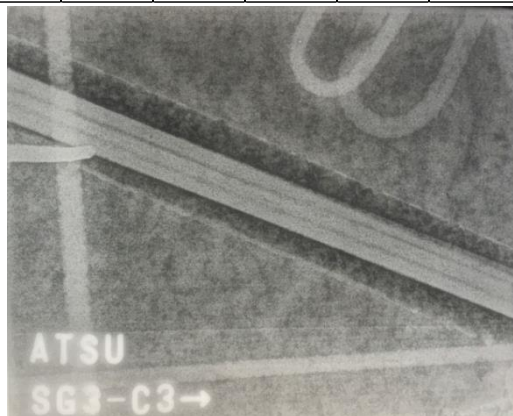


図 5 放射線透過法による撮影画像



図 6 削孔調査法による撮影画像

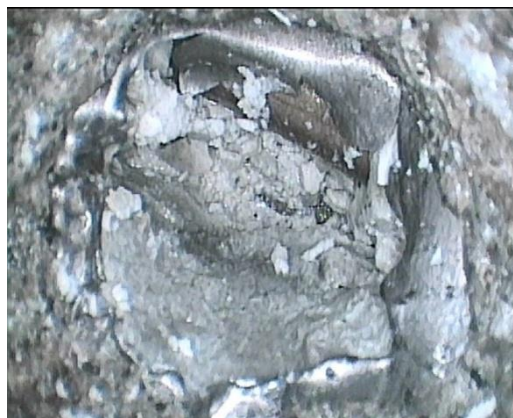


図 7 滞水箇所（削孔調査法）