

インパクトエコー法による PC ケーブルグラウト充填度調査の報告

首都高技術 (株)	正会員	○布施	光弘
首都高速道路 (株)		岡崎	健一
首都高技術 (株)		平瀬	亘
(株) 国際建設技術研究所		田中	亨

1. はじめに

首都高速道路の一部の桁において、機械足場による点検により PC 桁の主桁下フランジ下面に写真-1 に示すような空洞が確認された。空洞内には PC シースが比較的浅い位置に確認されており、主な原因は、PC 鋼材の配置が不適切で支間中央付近のかぶりが設計値よりかなり小さいと考えられた。この空洞位置は支間中央付近で、主桁内に曲線配置されている PC 鋼材のかぶりが最も小さい箇所であり、設計上のかぶりは 77.5mm であるが 10mm 程度のかぶりしかないことから、同部周辺および他の部位についてもシースさらにスターラップの配置不良が懸念された。そのため、不具合が確認された主桁の健全性を評価する目的で、PC 鋼材および鉄筋の配置状況および PC グラウトの充填状況について調査を行った。本報告では、主ケーブルに対して直角方向に衝撃弾性波を入力するインパクトエコー法によって PC グラウト充填状況の確認を行った事例について述べるものである。



写真-1 PC 桁下フランジの空洞箇所 (SPAN CENTER)

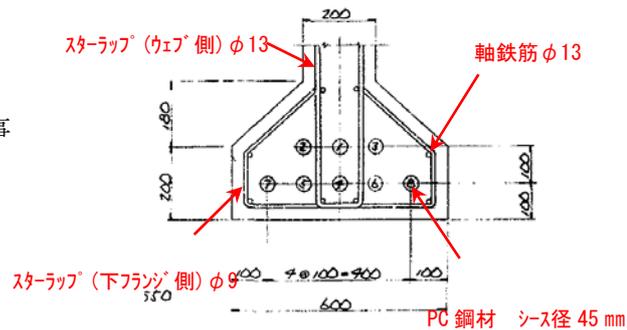


図-1 主桁の鋼材配置

2. 調査内容

以下の調査を実施し、主桁の健全性を評価した。

(1) 鋼材配置調査

鋼材配置調査は、非破壊法を原則として、電磁波レーダー法 (RCレーダー) と電磁誘導法 (フェロスキャン) を併用して実施した。

(2) PCグラウト充填度調査

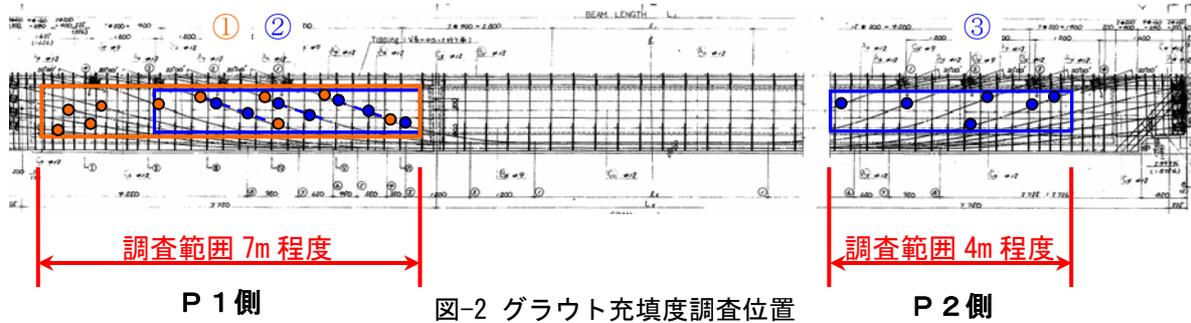
PC グラウト充填度調査は、非破壊法を前提に、当該桁に配置されている 8 本の PC ケーブルを対象に実施した。PC ケーブルは、上縁定着タイプが 4 本、端部定着タイプが 4 本 (シース径 45mm) で、支間中央断面では図-1 に示す通り、2 段に配置されている。上段 3 本は上縁定着ケーブル、下段 5 本は最も端部に近い上縁定着ケーブル 1 本と端部定着ケーブルである (図-2)。非破壊法で調査する場合、支間中央部のようにシースが重なり合って配置されている場所では調査が困難であり、支点付近、桁端部付近のように、シースが互いに離れて配置されている場所では可能になる。このため調査は、支点付近、桁端部付近の主桁ウェブにおいて実施した。この調査は、X 線透過法とインパクトエコー法を適用した。

a) インパクトエコー法

グラウト充填度調査の新しい手法として、インパクトエコー法を用いた調査手法が注目されている。インパクトエコー法とは、衝撃弾性波法の一つに分類されるものであり、入力した衝撃弾性波をコニカル型高感度変位センサーにより受信し、受信波の周波数解析結果からコンクリート内部の欠陥評価等を行う手法である。

キーワード PC 橋, 点検, グラウト充填度調査, インパクトエコー法

連絡先 〒221-0045 神奈川県横浜市神奈川区神奈川二丁目 6 番 4 号 首都高技術 (株) TEL 045-461-6159



オレンジ：X線透過法、ブルー：インパクトエコー法 P1側：左側よりC8～C1ケーブル P2側：右側からC8～C1ケーブル

このコンクリート内部の欠陥評価を行う手法については、Impact-Echo Method という名称で、米国 ASTM で既に規格化されている。桁側面の横締め PC 鋼材の定着部より衝撃弾性波を入力し反対側の定着部で高感度センサーにより受信しグラウト充填状況を確認する手法は一般的であるが、本調査ではこれを用いた応用例として、橋軸方向の主ケーブルに対して橋軸直角方向に衝撃弾性波を入力し PC 構造物のグラウト充填度調査の評価に対しての適用を検討した。

3. 調査結果

ケーブルのグラウト充填状況について、X線透過法による調査は、P1側のウェブ面において、C1～C8ケーブルのシースカぶり厚さが100mm～400mm程度の箇所で行った(図-2①)のウェブ面において、C1～C4ケーブルのシースカぶりの比較浅い箇所で行った(図-2②, ③)。調査結果の一覧を表-1に示す。今回、X線透過法による調査は、P1側に配置されているケーブルについて、最低1箇所で行った。調査の結果、グラウト充填不良のケーブルが、数本認められたが、グラウトの未充填が懸念されるケーブルはなかった。インパクトエコー法による調査は、C1～C3ケーブルについて、X線調査箇所を含む位置で実施したが、概ねX線調査結果に一致する結果が得られた。P2側のケーブルでは、C1～C4ケーブルでインパクトエコー法による調査を実施した。図-3に示すように、C4ケーブルの上縁側に近い位置で、グラウト充填不良を示唆する受信波の周波数ピークが見られたが、これ以外の箇所では、そのようなピークは得られなかったことから、グラウト充填不良が生じている可能性は低いと考えられる。さらにインパクトエコー法の結果の妥当性を確認する目的で削孔調査を実施したが、C3ケーブルではグラウトが十分充填されており、C4ケーブルでは、PC鋼材が若干露出する程度のグラウト充填不良が確認された。

4. まとめ

本調査手法でのインパクトエコー法の信頼性を確認する目的で2箇所の削孔調査を実施したが、どれもインパクトエコー法による結果と一致しており今回のような適用方法は有効な手法であった。しかし本手法は現時点では、まだグラウト充填度の調査に適用された例は少なく、判定基準などは十分に確立されていない。今後、判定基準を確立するための調査実績の蓄積が必要であると考えられる。

表-1 グラウト充填度調査結果

調査位置	ケーブル No.	X線透過法		インパクトエコー法		削孔判定	
		撮影箇所	判定	測定箇所	判定		
P2側	C1	—	—	C1①	●	—	
	C2	—	—	C2①	●	—	
	C3	—	—	C3①	●	●	
	C4	C4①	—	—	▲	▲	▲
		C4②	—	—	▲	▲	—
		C4③	—	—	●	●	—
	C5	—	—	—	—	—	
	C6	—	—	—	—	—	
C7	—	—	—	—	—		
C8	—	—	—	—	—		
P1側	C1	上側	▲	C1①	●	—	
		下側	●	C1②	●	—	
	C2	上側	▲	C2①	▲	—	
		下側	—	C2②	●	—	
	C3	上側	△	—	—	▲	
		—	—	C3①	●	—	
		—	—	C3②	●	—	
	下側	●	—	—	—	—	
C4	上側	●	—	—	—		
C5	上側	△	—	—	—		
C6	上側	△	—	—	▲		
C7	上側	●	—	—	—		
C8	上側	▲	—	—	—		

(判定) X線透過法 ●: グラウト充填 ▲: グラウト充填不良(一部) △: グラウト充填不良
 インパクトエコー法 ●: グラウト充填 ▲: グラウト充填不良 ●: グラウト充填 ●: グラウト充填 ▲: グラウト充填不良

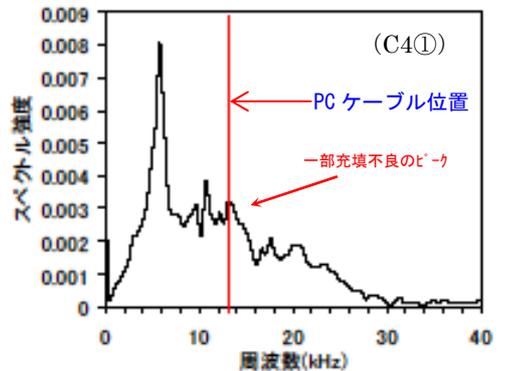


図-3 インパクトエコー法測定結果 (充填不良)