

首都高における横締め鋼棒に対するグラウト再充填（リパッシブ工法）の施工

— 首都高昭和島 JCT 補修対応工事 —

| | | |
|--------|-------|-------|
| 東京土木支店 | 土木工事部 | 松岡泉 |
| 東京土木支店 | 土木工事部 | 遠藤之康 |
| 東京土木支店 | 土木工事部 | 高島秀和 |
| 東京土木支店 | 土木技術部 | 花房禎三郎 |

概要：平成 28 年 1 月 30 日に首都高湾岸分岐線昭和島ジャンクション西行き 5 径間連続 PC 中空箱桁橋の湾-0092～湾-0094 において、床版横締め PC 鋼棒が破断し、突出していることが確認された。その後の調査結果から、PC 鋼棒の突出原因は建設時における PC グラウトの充填不良で、雨水が空隙内に浸入し、PC 鋼棒が部分的に腐食し破断に至ったことがわかった。本稿では、応急対応ならびに削孔による充填調査と、当社独自のリパッシブ工法によるグラウト再充填等の補修対応工事の施工について報告する。

Key Words：PC グラウト再充填, リパッシブ工法, 床版横締め鋼棒

1. はじめに

平成 28 年 1 月 30 日に首都高湾岸分岐線昭和島ジャンクション西行き 5 径間連続 PC 中空箱桁橋の湾-0092～湾-0094 において、床版横締め PC 鋼棒が破断し、突出していることが確認された。（写真-1 および写真-2）応急対応として箱桁内の当該 PC 鋼棒直下に支保工を設置した。その後、首都高道路株式会社において本橋すべての床版横締め鋼棒（東行き・西行き合わせて 785 本）について、衝撃弾性波法によるグラウト充填調査が行われた。この調査結果から、破断突出した PC 鋼棒を含め隣接する 5 本の PC 鋼棒（No. 42～No. 46）を補修対象とし、当該 PC 鋼棒の突出部分を切断し、撤去したのちにグラウトの再充填を行った。PC 鋼棒は $\phi 32\text{mm}$ (SBPR45/110) に対し、シースは内径 $\phi 38\text{mm}$ であったため、空隙率は 29% と比較的小さかったが当社独自のリパッシブ工法が採用された。しかし、リパッシブ工法の実績は、PC 鋼より線や比較的空隙率の大きい主ケーブル等が主であったため、今回のように空隙率が比較的小さい場合、グラウト補修材が細部まで確実に充填できるかが懸念された。そこで、本社技術本部の協力を得て、実物大供試体による PC 鋼棒タイプのリパッシブ工法の試験施工を実施したのち、本工事でのグラウト再充填を行った。



写真-1 鋼棒突出状況



写真-2 鋼棒突出状況 (接写)



松岡泉



遠藤之康



高島秀和



花房禎三郎

2. 工事概要

工事名：土木維持補修 27-2, 28-2 (昭和島 JCT 補修対応工事)

元発注者：首都高速道路㈱

発注者：首都高メンテナンス東東京㈱

工事場所：東京都大田区昭和島 2-3 (昭和島北緑道公園内)

首都高速道路湾岸分岐線 (西行き) 湾-0092~湾-0094

構造形式：5 径間連続中空箱桁

しゅん功年：昭和 57 年

補修対象：床版横締め PC 鋼棒 $\phi 32\text{mm}$ No. 42~No. 46 (SBPR45/110)

概要図を図-1 に示す。

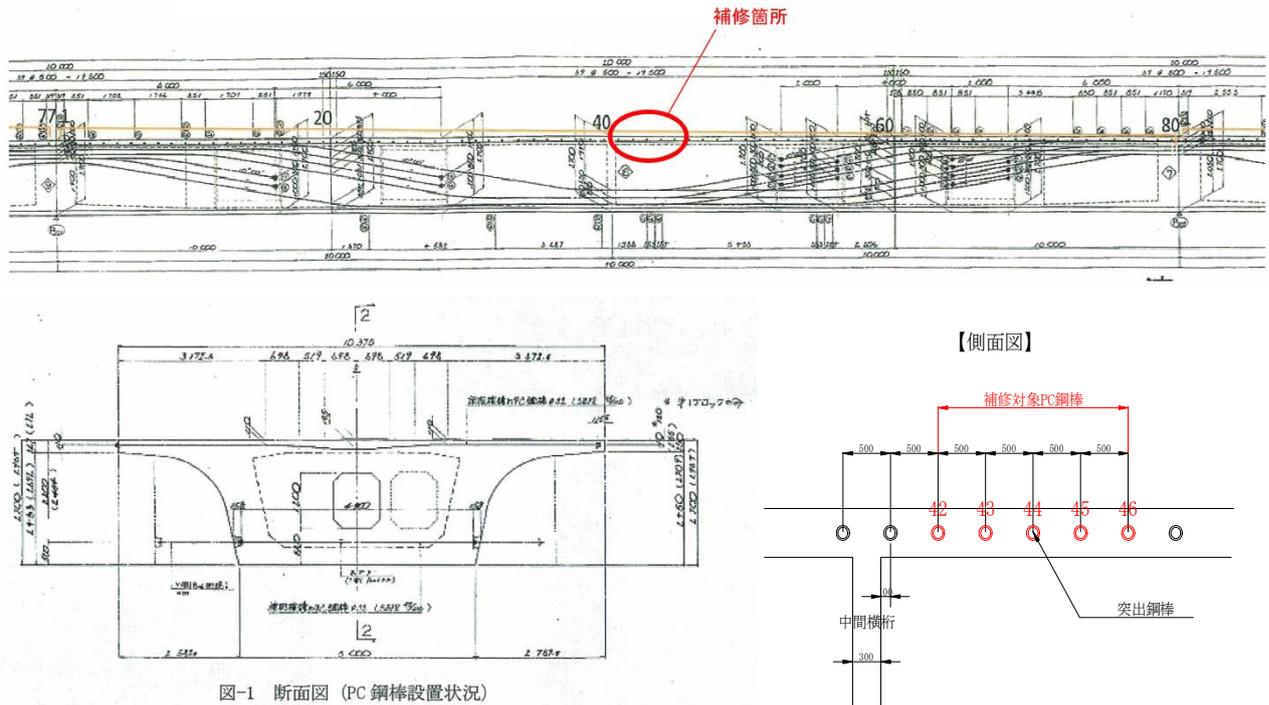


図-1 断面図 (PC 鋼棒設置状況)

図-1 断面図および側面図

3. 施工

3.1 調査工

補修対象の PC 鋼棒はドリル削孔を行い、シーす内部の目視確認と空隙部への通気確認によりグラウト空隙位置を特定する必要があった。削孔に際し、鉄筋と横締めケーブルの位置を把握するため、ストラクチャスキャン (NETIS 登録) を使用した鉄筋探査を実施した。(写真-3) また、鉄筋や PC 鋼棒への損傷防止に配慮して、接触するとブレーカーが自動的に遮断し、ドリルを急停止するメタルセンサーリールを用いた。(写真-4) 削孔は最小限にとどめるため、1 ケーブルに対し張出床版高欄側は定着部付近を基準にできるだけ距離をとって 3 箇所、同様に中央分離帯側張出床版には 2 箇所、箱桁内は左右ウェブ付近の 2 箇所及び中央に 1 箇所の合計 8 箇所を基本とした。その後、電動ブローアによる通気確認を繰り返し、空隙の規模と延長を特定した。この調査で得られた結果を図-2 に示す。



写真-3 鉄筋探査状況



写真-4 削孔状況

| 径間 | ケーブル No. | 細目 | | | | 評価 | 備考 |
|-----------------------|----------|---------|--------|----------|--------|----------|--|
| | | 張出床版(左) | ウェブ(左) | 上床版 | ウェブ(右) | | |
| 湾-0092 ~ 湾-0094 | 42 | L=0mm | | L=4000mm | | L=900mm | 事前評価:ランクC(充填) 充填不良 |
| | 43 | L=0mm | | L=0mm | | L=900mm | 事前評価:ランクC(充填) 充填不良 |
| | 44 | L=900mm | 破断箇所 | L=5100mm | | L=1140mm | 事前評価:充填不良 突出箇所 張出床版中分割は既設削孔跡を流用した。 |
| | 45 | L=0mm | | L=4210mm | | L=900mm | 事前評価:充填不良 充填不良 |
| | 46 | L=0mm | | L=0mm | | L=0mm | 事前評価:充填不良の可能性あり 充填 |

凡例:

- : 通気あり(空隙箇所)
- : 削孔位置(通気なし)
- : 削孔位置(通気あり)
- : 既設削孔位置(通気あり)
- : ウェブ及び箱桁内ハンチ部はドリル削孔不可のため空隙は未確認である。

図-2 調査結果

3.2 試験施工

試験施工は、当社小田原技術研究所で行われた。(写真-6)

実物大供試体は、内径φ40mmの透明管をシースに見立て、φ34mmの鋼管パイプをPC鋼棒に見立て設置した。またこれとは別に、実橋で使用されている鋼製シース(φ40mm)を設置し、グラウト補修材を充填した際の、エア溜まり等を確認した。供試体は実橋の断面形状にあわせ曲げ加工を行い、横断勾配(2%)で設置した。供試体設置状況を写真-5に示す。

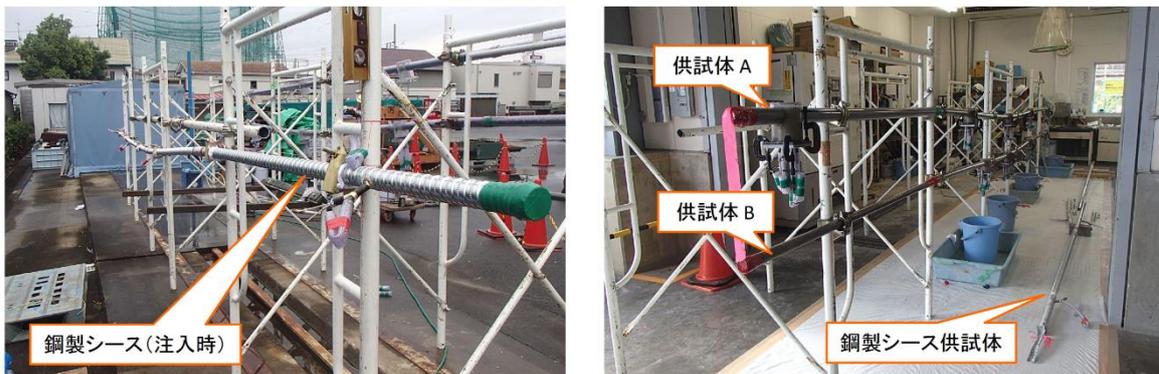


写真-5 実物大供試体

供試体 A : 全断面にわたりグラウトが充填されていないことを想定したモデル。

供試体 B : ウェブ直上の充填確認ができない場合、高弾性細径チューブによる充填確認を想定したモデル。

鋼製シース供試体 : 事前にグラウト補修材を注入し、シースを割いて充填状況を観察するためのモデル。

試験施工の手順を図-3に示す。

実験の結果、亜硝酸リチウム水溶液に見立てた着色水の注入(写真-7)やグラウト補修材の充填(写真-8)ともに、端部や曲げ下げ部に水泡程度のエア溜まりが確認されたが、PC鋼棒を保護し、防錆効果が得られることを確認した(写真-9)。また、高弾性細径チューブからの排出により、細部まで適切にグラウト補修材が充填されたことを確認した。

上記より、本施工においてリパッシブ工法によるグラウト再充填が適切に実施できることを確認した。ただし、実橋では足場がないため、高所作業車による施工や作業時間の短縮等を考慮して、グラウト補修材の注入は小型ポンプによる加圧充填を併用することとした。

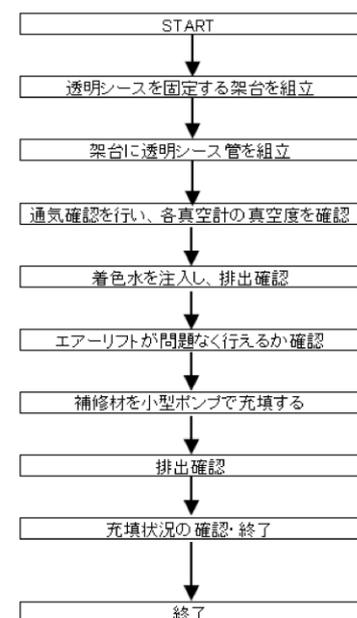


図-3 試験施工フロー図



写真-6 試験施工状況



写真-7 着色水注入



写真-8 グラウト補修材充填状況



写真-9 シース内充填確認

3.3 本施工

3.3.1 注入準備工

注入準備工では、コア削孔や、密閉キャップを設置するためのアンカー打設、密閉キャップの設置等を行った。従来のリパッチ工法は自然流下により亜硝酸リチウム水溶液とグラウト補修材を充填するが、今回小型ポンプによる加圧を併用するため、密閉キャップは金属製プレートに変更し、コンクリート不陸部からの漏れ防止を考慮してゴム板を追加した。(写真-10) コア削孔は、調査工で用いたφ25mmの削孔を指標に、メタルセンサーリールを使用してφ80mmのコア径を削孔した。空隙部のシースとPC鋼棒の隙間に高弾性細径チューブ(φ2mm)をピアノ線とともに行きつくところまで挿入し、密閉キャップを設置した。(写真-11) ただし、削孔調査では未確認であったウェブ直上部の空隙規模は30cm程度しか挿入ができなかった。



写真-10 改良型密閉キャップ

3.3.2 亜硝酸リチウム水溶液注入工

亜硝酸リチウム水溶液を張出床版高欄側より自然流下で注入し、高弾性細径チューブからの排出を確認した。その後、真空ポンプによるエアリフト(加減圧の繰り返し操作)と排出確認を行った。

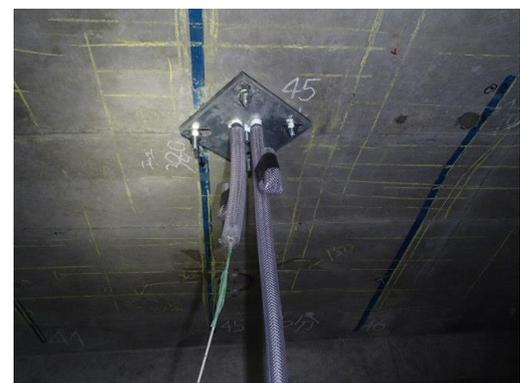


写真-11 密閉キャップ設置状況

3.3.3 グラウト再充填工

グラウト補修材の充填も張出床版高欄側より行い、小型ポンプを用いて加圧充填した。(図-4) また、高弾性細径チューブからの排出(写真-13)を行い、空隙細部まで充填されたことを確認した。

高所作業車を用いた施工状況を写真-12に示す。



写真-12 施工状況

【No. 44の場合】

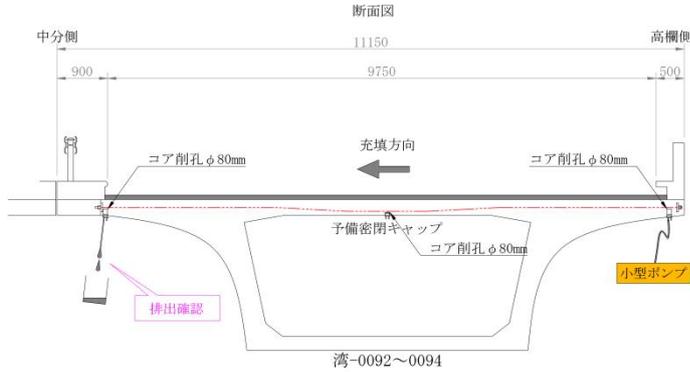


図-4 グラウト補修材充填概略図



写真-13 排出確認

グラウト再充填後の結果を図-5に示す。

| 径間 | ケーブルNo. | 細目 | | | | | 実施後評価 | 備考 |
|-----------------------|---------|---------|--------|----------|--------|----------|-------|-------------------------------------|
| | | 張出床版(左) | ウェブ(左) | 上床版 | ウェブ(右) | 張出床版(右) | | |
| 湾-0092 ~ 湾-0094 | 42 | L=0mm | | L=4000mm | | L=900mm | 充填 | 事前評価: ランクC(充填) |
| | 43 | L=0mm | | L=0mm | | L=900mm | 充填 | 事前評価: ランクC(充填) |
| | 44 | L=900mm | | L=5100mm | | L=1140mm | 充填 | 事前評価: 充填不良 突出箇所 |
| | 45 | L=0mm | | L=4210mm | | L=900mm | 充填 | 事前評価: 充填不良 |
| | 46 | L=0mm | | L=0mm | | L=0mm | 既充填 | 事前評価: 充填不良 の可能性あり 調査結果: 空隙は無し |
| | | | | | | | | |

凡例 ——— : 充填済み、○ : 注入位置、● : 排出確認位置

図-5 充填結果

3.3.4 断面修復工

グラウト再充填による削孔跡や密閉キャップ撤去跡はポリマーセメントモルタルで断面修復を行った。

4. おわりに

今回施工した上記以外のPC鋼棒は、その後別途工事にて橋面防水対策ならびにPC鋼棒突出防止対策が施工されることになったが、施工方法や機材の改良、工期の短縮を行い、今後ますます増えることが予想されるPCグラウト補修工事に対応できるものとする。最後に、施工にあたり、数多くのご助言・ご協力をいただいた関係各位、とくに試験施工の場をいただいた本社技術本部の皆さまに心よりお礼申し上げます。