

グラウトホースの種類および切断面処理方法が伝い水現象に与える影響

(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会	正会員	博(工)	○徳光	卓
(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会			岡田	繁之
(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会	正会員		藤原	保久
(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会	正会員		田中	寛規

キーワード：グラウトホース，伝い水，切断面処理，線膨張係数

1. はじめに

過去に施工されたポストテンション方式のプレストレストコンクリート橋（以下、PC橋と略す）において、ウェブや定着突起から漏水を生じる事例が確認されている（写真－1）。筆者らはこの現象の解明と補修方法の確立を目指した暴露実験を行い、漏水はグラウトホース（以下、ホースと略す）の切断部からホースの外周に沿って橋面上の水が伝い水となって流下したものであること、漏水が主に冬季に発生すること、漏水の進入口にあたる箇所を塞ぐことで防水補修が可能であることを確認した¹⁾。伝い水が冬季に発生するという事実は、凍結防止剤を散布する環境にある橋梁の場合、重篤な塩害を発生させる懸念があり、極めて重要な問題である。



写真－1 伝い水による漏水例

この問題に対処するため、PC橋の新設においては、PCグラウトの設計施工指針－改訂版－において、ホースを束ねて配置することを禁止するとともに、切断面のあと処理方法を規定している²⁾。国際的にはfibの勧告において、橋梁に要求される耐久性に応じたプロテクションレベルを設定し、比較的高い耐久性が要求される場合にはコルゲートタイプのホースを用いることが規定されている³⁾。しかし、これらの規定に関してその根拠となる実験データなどは明示されていない。また、参考文献1)では地覆部に配置されたポリエステル繊維補強塩化ビニル製ホースの防水補修について確認したが、過去に使用されてきた種々の材質のホースにおける伝い水の発生の有無や、その防水補修の方法と効果については確認できていない。そこで筆者らはこれらの要因について実験的な検証を行った。

2. グラウトホースと切断面処理の歴史と現状

2.1 PCグラウト指針発刊以前

PCグラウトの設計施工指針（以下、指針と略す）の初版は平成17年に発刊された。本指針発刊より前のホース材料は、歴史的に、黒色のポリエチレン製ホース、繊維補強のない透明の塩化ビニル製ホース、現在と同様なポリエステル繊維補強塩化ビニル製ホースへと変遷してきた。これらは主にグラウト充填忘れの防止、ホースの潰れの防止を目的としたものである。本指針発刊より前は、ホースの切断面処理方法についてはとくに規定されていなかった。なお、とくに多量のPC鋼材と接統具の配置が必要となるPC鋼棒を用いた張出し架設方式の箱桁では、橋面の平坦性確保やグラウト作業の効率化のため、一定量のホースを束ねてホースの端部を地覆下に配置することが推奨された時期もあったが（図－1，写真－2），指針発刊以降はこのような配置は禁止されている。

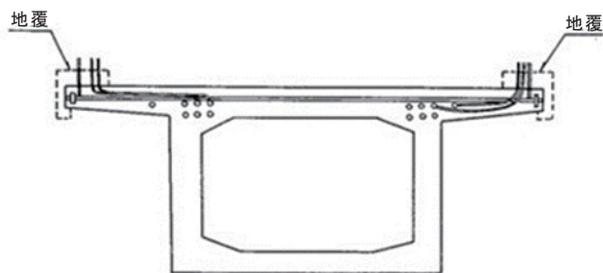


図-1 S60~H7 頃に推奨されたホースの配置



写真-2 S60~H7 頃のホースの配置例

2.2 指針発刊以降

指針ではホースの材料として「半透明で注入・排気・排出が確実にできる形状と、組立てやコンクリート打込みに際してその断面が保持でき、注入に伴う圧力に耐える十分な強度を有するとともに、十分な気密性を有するものを使用する」ことを規定している。その例として、ポリエステル繊維補強塩化ビニル製ホースが紹介されている。ホース切断面の処理は切欠きを設けた中で行うことが求められ、切欠き部のあと埋めは密実な材料で埋め戻し、上面に防水工を施すことが規定されている。充填材の例としてポリマーセメントモルタルなどの断面修復材が挙げられている。

2.3 国際的な規準

前述とおり、fibの勧告ではプロテクションレベルに応じたホースを規定している³⁾。耐久性の要求レベルがもっとも低いPL1のホースはとくに指定がなく、例として黒色のポリエチレン製ホースが示されている。要求レベルが中程度以上のPL2、PL3におけるホースは側面に凹凸を有するコルゲートタイプのポリエチレン製ホースを用いるよう求めている(写真-3)。このホースはコルゲートタイプとすることで潰れに対して強く、コンクリートとの密着性が高められている。ただし、ホースは床版上面で切断するだけであり、切断面のあと処理方法に特別な要求はない(写真-4)。



写真-3 fib PL2 仕様のホース



写真-4 ホース切断面の処理例(ドイツ)

3. 暴露試験

3.1 供試体

実験水準を表-1に示す。実験水準は16種類とした。ホースの種類と径は過去から現在までの一般的なホース材料あるいは仕様を参考に定めた。ホース切断面のあと処理方法は切断のみ、ポリマーセメントモルタル被覆、防水工の3通りを組み合わせ、過去の実態や仕様、現在の仕様、補修時の対応案を検証した。水準番号3, 7は現在の仕様であり、比較のため、水準番号15, 16にfibのPL2仕様を設

けた。供試体の概要を図-2に示す。供試体は長さ1900mm、幅1100mm、高さ450mmの鉄筋コンクリート製であり、供試体上面に長さ1600mm、幅800mm、深さ150mmの窪みを設け、ホース端部を上面の窪み内に配置した。コンクリートは設計基準強度40N/mm²を想定し、水セメント比39%の早強セメントコンクリートとした。水準番号1~8、9~16を一つの供試体とし、供試体は各3体作成した。供試体の打設から28日間経過したのち、切欠き部のあと埋めや防水工を施し、窪みに真水を湛水させた。

表-1 実験水準

水準番号	記号	ホースの種類	呼び径 (mm)	ホース切断面のあと処理*			実験水準の意図
				切断	PCM	防水	
1	FVC15-1	ポリエステル繊維補強塩化ビニル製ホース	15	○	—	—	H5グラウトマニュアル仕様
2	FVC15-2			○	○	—	現仕様から防水工を除去
3	FVC15-3			○	○	○	現在の仕様
4	FVC15-4			○	—	○	補修時の対応案
5	FVC19-1		19	○	—	—	H5グラウトマニュアル仕様
6	FVC19-2			○	○	—	現仕様から防水工を除去
7	FVC19-3			○	○	○	現在の仕様
8	FVC19-4			○	—	○	補修時の対応案
9	PE-1	黒色ポリエチレン製ホース	13	○	—	—	過去~S50年代の一般的材料
10	PE-2			○	—	○	補修時の対応案
11	PE-3			○	○	○	補修時の対応案
12	TV-1	透明塩化ビニル製ホース	19	○	—	—	S50年代中盤~H5頃の一般的材料
13	TV-2			○	—	○	補修時の対応案
14	TV-3			○	○	○	補修時の対応案
15	CPE-1	黒色ポリエチレン製コルゲートホース	22	○	—	—	fib PL2の仕様
16	CPE-2			○	—	○	fib PL2の仕様に防水工を付加

※略称の説明 切断：ホース端面で切断，PCM：ポリマーセメントモルタルによる被覆，防水：防水工
H5グラウトマニュアル：PCグラウト施工マニュアル (PC建協，平成5年版)

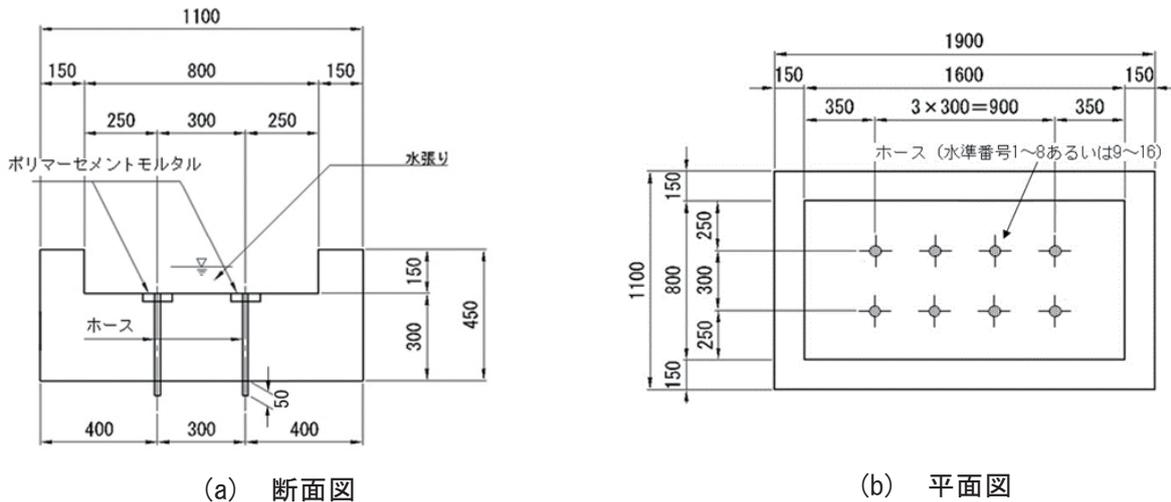


図-2 供試体の概要

3.2 実験方法

実験は広島県安芸高田市内にて行った。供試体上面の窪みに真水を湛水させたあとは、供試体にシートを掛けた状態で暴露し、漏水の有無を目視確認した。暴露期間は2017年3月6日から2018年3月までの約1年間とした。

3.3 実験結果

漏水状況の一例を写真-5に、漏水時期と気温の関係を図-3に示す。気温は暴露地の安芸高田市

に近い三次市における気象庁の観測値である。湛水を開始した3月6日の4日後の3月10日にFVC15-1, FVC19-1, PE-1, TV-1（水準番号1, 5, 9, 12）の漏水を確認した。これらの漏水は5月初旬には停止した。以降、初冬まですべての水準で漏水は確認されなかったが、10月31日にPE-1（水準番号9）、11月12日にFVC19-1（水準番号5）の漏水を確認した。これまでの実験結果から、ポリエステル繊維補強塩化ビニル製ホースの伝い水は冬期に発生し、夏季には停止する知見が得られている¹⁾。今回の実験から、ホースの材質に関わらず、表面が平滑なホースの端部を切断処理しただけでは冬季に伝い水を生じることが確認された。漏水時期と気温の関係に着目すると、平均気温5～10℃、最低気温0～5℃付近に伝い水の発生と停止の境界があり、コンクリートとホースの線膨張係数差の影響が考えられる。なお、FVC15-1, TV-1（水準番号1, 12）の再度の漏水は3月9日まで確認されていないが、11月中旬から3月初旬まで最低気温が零下となり、1月から2月は平均気温も零下となり、この間の湛水の凍結が確認されていることから、その影響と考えられる。

上記以外の実験水準において伝い水は確認されなかった。

このことから、現時点の判断として、現在の仕様ならびに補修時の対応として実施した防水処理によるホース切断部の処理方法は妥当なものと考えられる。

4. おわりに

本報告では、ホースの種類と末端処理の方法を変えた湛水試験を行い、以下の結果を得た。

- (1) ホースの材質に関わらず、表面が平滑なホースを切断しただけでは冬季に伝い水が発生する。
- (2) 伝い水の発生と停止の境界温度は平均気温5～10℃、最低気温0～5℃付近と考えられる。
- (3) 現時点の判断として、現在の仕様ならびに補修時の対応として実施した防水処理によるホース切断部の処理方法は妥当なものと考えられる。

なお、試験は今後も継続を予定している。継続試験では実験条件を変更し、乾燥収縮の影響と凍結防止剤による氷温降下の影響、塩化物イオンの浸入と拡散浸透について調査する予定である。

【参考文献】

- 1) 徳光卓, 岡田繁之, 田中寛規, 谷慎太郎: グラウトホースの伝い水現象の検証ならびに補修技術に関する実験的検討, PC工学会第26回シンポジウム論文集, pp. 487-492, 2017. 10
- 2) プレストレストコンクリート工学会: PCグラウトの設計施工指針-改訂版-, H24. 12
- 3) fib: Durability of post-tensioning tendons, Recommendation bulletin 33, 2005. 12



写真-5 漏水状況の一例

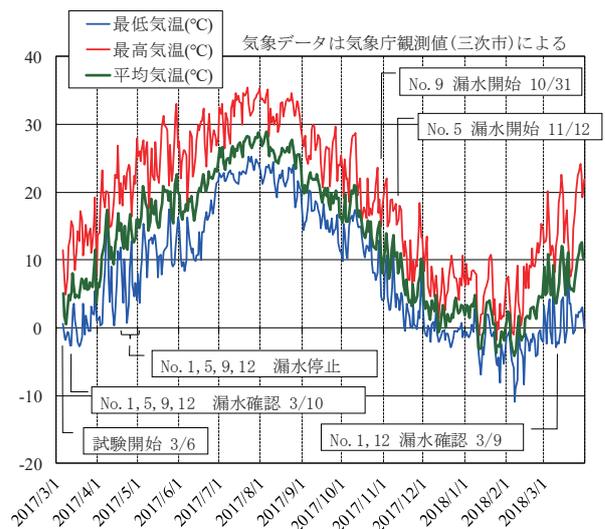


図-3 漏水時期と気温の関係