

気体流量センサを用いた PC グラウト充填不足部における新たな空隙体積推定手法の提案

(株)IHI インフラ建設 非会員 西口 裕之, 加藤 俊, 郷保 英之
 (株)CORE 技術研究所 正会員 西 弘, 城代 和行, ○小椋 紀彦, 非会員 橋本 達朗, 小西 雄治

1. はじめに

PC グラウト(以下グラウト)は PC 鋼材とコンクリートの一体化と劣化因子を遮断する役割を担っている。

しかし, そのグラウトに充填不足が生じる場合には, 鋼材の破断による耐荷力の低下や, 鋼材の突出による第三者被害を引き起こす可能性がある。

既設構造物の PC グラウトに充填不足部が確認された場合には, PC 鋼材とコンクリートの一体化, PC 鋼材の防食機能の回復を目的としたグラウト再注入工が実施されており, グラウトの再注入工に関するマニュアルとして, グラウトの再注入等の補修マニュアル(案)¹⁾が一般的に用いられている。

マニュアルではグラウトの再注入量に関して「グラウト再注入に先立ち, グラウトの充填不良区間を推定し, 再注入すべき範囲を把握することを基本とする。」と記述されており, その際の測定手法として「一般的に, 再注入孔から検測尺をシース内に挿入し, 直接的に長さを検測する方法でよい」と記されている。

しかし, 検測尺がグラウト充填部まで到達していることを確認することは難しく, 正確な注入量を測定することは困難であり, 施工時の注入量と乖離する可能性があることから, 予め正確な注入量を推定する新たな手法が必要である。

現在, グラウト充填不足部の体積を推定する手法として, グラウト充填不足部に圧縮空気を送り込み, その圧力の変化と時間の関係より, 密閉された空間の体積を測定する手法や, 真空容器とシース空洞を連通させ, 容器内の圧力変化を測定することでシース内の空気量を推定する手法がある^{2),3)}。いずれの手法においても, 定着部やシース等の亀裂部から漏気が生じる場合には測定値に誤差が生じることが報告されている。

筆者らは, 気体流量センサと圧力センサおよび真空ポンプを用いた, 新たな PC グラウト充填不足部における空隙部の体積推定手法を提案した。

本手法は, 漏気の有無を再現した供試体試験において誤差が 5%以内に収まることを確認した。

2. 測定概要

2.1 測定ユニット

主な測定機材としては, 真空ポンプ, 気体用流量センサ, 圧力センサがある。また, 各センサの値を電圧に変換して記録する記録装置, 排出気体から不純物を取り除くフィルタ等も付属機材として使用している(図-1)。

本ユニットは, 桁下の限られた空間での作業性を考慮して移動および測定が容易に行えるように, 真空ポンプや各種センサ等を小型化している。

2.2 測定方法

本手法は真空ポンプを用いてシース内の気体を排出し, 内部が真空に達するまでに測定した気体量を空隙の体積として算出している。

しかし, 空隙が大きい場合や漏気が生じる場合に真空まで圧力を下げるためには大型の真空ポンプを使用する必要があり, 作業性が著しく低下すると考えられる。そこで, 筆者らはボイル・シャルルの法則(式(1))より, 測定時の圧力比から気体流量の補正を行うことで, 空隙部の体積の推定を行うこととした。

しかし, 実橋ではシースの亀裂部や定着部からの漏気が生じるため, 上記式(1)で補正すると, 漏気分を余剰分として計上してしまい, 推定される値の誤差が増大する結果となる。

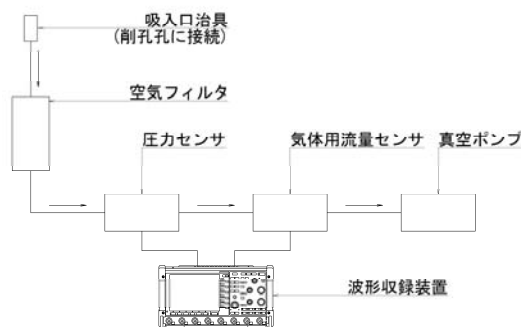


図-1 測定機材の構成

キーワード PC グラウト, PC グラウト再注入, 気体流量計, 圧力センサ, 真空ポンプ

連絡先 〒530-0047 大阪市北区西天満 1-2-5 大阪 JA ビル 4F (株)CORE 技術研究所 TEL : 06-6367-2122

表-1 供試体試験パターン

【CASE-1】 空隙パターン1	【CASE-2】 空隙パターン2	【CASE-3】 空隙パターン3	【CASE-4】 空隙パターン4 (グラウト未充填)
CASE-1-①: 上縁定着想定: 角度25° 	CASE-2-①: 上縁定着想定: 角度25° 	CASE-3-①: 上縁定着想定: 角度25° 	CASE-4-①: 上縁定着想定: 角度25°

そこで、本手法において漏気に対する新たな補正方法の提案を行った。

2.3 漏気を考慮した補正方法

今回提案した補正方法は、減圧停止後の圧力の上昇曲線に着目して行った。図-2に示すように、(1)測定を開始し、所定の圧力まで減圧した後、(2)真空ポンプを停止し、(3)漏気によって圧力が上昇する際の上昇量を算出し、補正值として用いることとした。

補正は、式(2)に示すとおり、式(1)に対して空気漏れによる圧力上昇を補正したものとなっている。

以上より、本補正方法を用いることで真空ポンプの性能によらずに測定を行うことができると考えられる。

$$V = V_0 \frac{P_0}{P} \dots \dots \dots \text{式(1)}$$

$$V = V_0 \frac{P_0}{(P + \Delta PT)} \dots \dots \dots \text{式(2)}$$

- V : 圧力補正後の空隙部の体積(ℓ)
- V₀ : 流量計値(ℓ)
- P₀ : 標準気圧(MPa)
- P : 測定終了時のゲージ圧(MPa)
- ΔP : 単位時間当たりの圧力上昇量 (MPa/s)
- T : 測定時間(s)

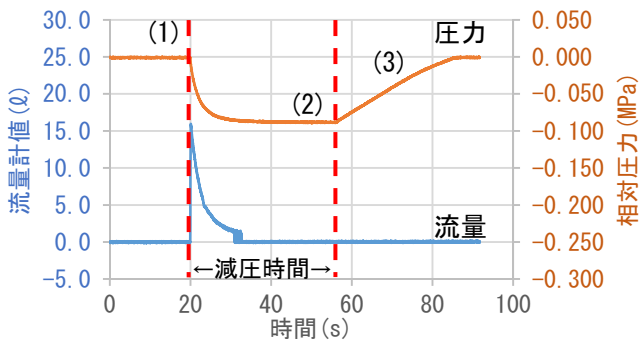


図-2 減圧停止後の圧力上昇曲線

3. 供試体試験

本手法の空隙体積の推定精度を確認するために、供試体による確認試験を実施した。

3.1 試験概要

供試体はφ45mmのシースを模擬した透明のアクリ

ル管に12φ7のPC鋼より線を挿入し、グラウトの充填量を変化させたものを4CASE作製し、それぞれ漏気の有無の2種類、計8パターンで試験を実施した。

3.2 試験結果

試験の結果(図-3)より、本手法を用いて算出した推定値と実際の空隙量(設計値)の比較を行ったところ、推定値との誤差は概ね5%程度に収まっており、漏気に対しても適切に補正が行えていることが確認できた。

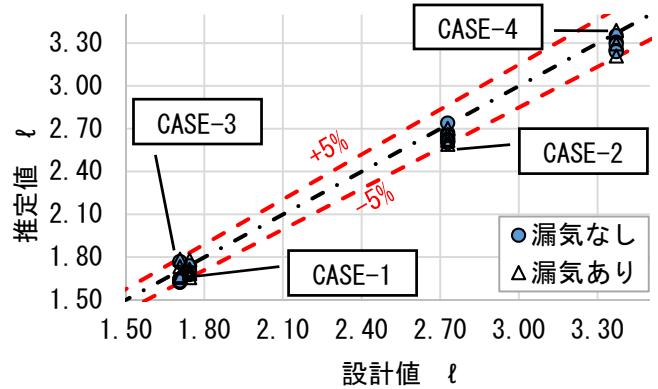


図-3 供試体試験結果

4. まとめ

筆者らが提案した、気体流量計を用いた新たなグラウト充填不良部の空隙体積推定手法は、供試体試験の結果より、漏気に対しても高い推定精度(誤差5%以内)を有することを確認した。

また、今後は実構造物のPCグラウト再注入量との比較を行い本手法の精度を確認する。

参考文献

- 1) 財団法人 鉄道総合技術研究所 PC グラウトの再注入等の補修マニュアル(案): 平成14年8月
- 2) 玄海彰則, 崎谷和也: 道路橋既設ポストテンションPC桁のグラウト充填不良に対する補修について, 施工・安全管理対策部門 No.22
- 3) 井隼俊哉, 堀越直樹, 熊谷神一郎, 宮口克一: 既設ポストテンションPC桁のグラウト充填不足に対する補修方法の研究, プレストレストコンクリート工学会, 第25回シンポジウム論文集(2016年10月), p105-110