

中性子線によるPCグラウト検査法

オリエンタル建設 (株) 技術研究所
 同 上
 (株) エム・ジー・エス

○石川 晃
 正会員 吉岡 民夫
 菱沼 頌夫

1. はじめに

橋梁の老朽化や損傷の問題のなかで、プレストレストコンクリート (PC) 構造物の課題は耐久性に大いに関わるPC鋼材の腐食対策である。なかでも、ポストテンション方式の場合は、PCグラウトの施工不良が原因と思われるトラブルが発生しており、既存のPC橋梁のグラウト充填状況を点検し、グラウト不良が生じている箇所については、適切な対策を講じることが急務となっている。

本研究は、中性子の水素原子に衝突すると散乱する性質を利用し、水素原子を含んだコンクリート内に空隙があると、その透過量が変化 (増加) するため、異常を検知するという装置の性能を試験で確認し、改良を重ね、実用化することを目的としている。以下にこれまでの試験結果を報告する。

2. 中性子線法とは

放射線的一种である中性子線は、鉄や鉛などほとんどの物質に透過するが、水を構成する水素元素に衝突すると著しくそのエネルギーを失い、散乱する性質がある。この性質を利用して、コンクリート中のシース管内にグラウト未充填部 (空隙) があると、散乱がほとんど起こらないため、コンクリートの部分やグラウトが充填された部分より透過量が多くなり、比較することで異常を検知することができる。

図-1は、計測状況を示したもので、中性子線源 (カリホルニウム-252) から放出された中性子線は、コンクリート内を通り、反対側の検出器 (He-3 計数管) で検知され、本体の表示部に計数値として表示される。装置は安価で誰でも操作でき、計測作業も簡便であるため、膨大な数の橋桁を検査するには大変有効である。

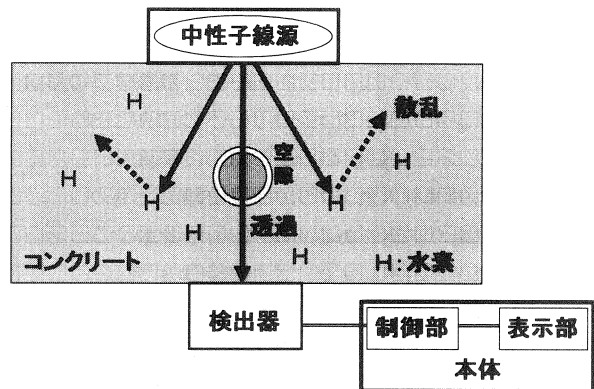


図-1 透過方式による計測状況図

3. 実験概要

図-2に装置の特性を確認するための試験体1の断面を示す。長さは1800mmである。厚さ200mmのコンクリートに、塩ビ管を利用して4種類の大きさを変えた円形の空隙を配置し、コンクリート部と各空隙の計測値の関係を調べた。また、空隙部に水を充填して、水 (水素) の影響も調べた。

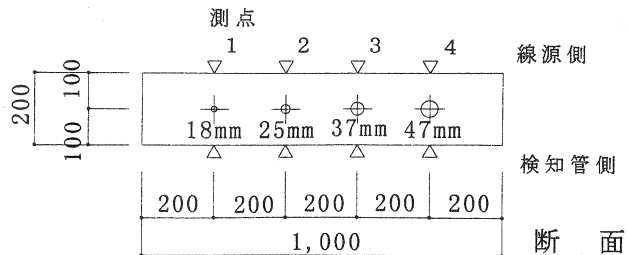
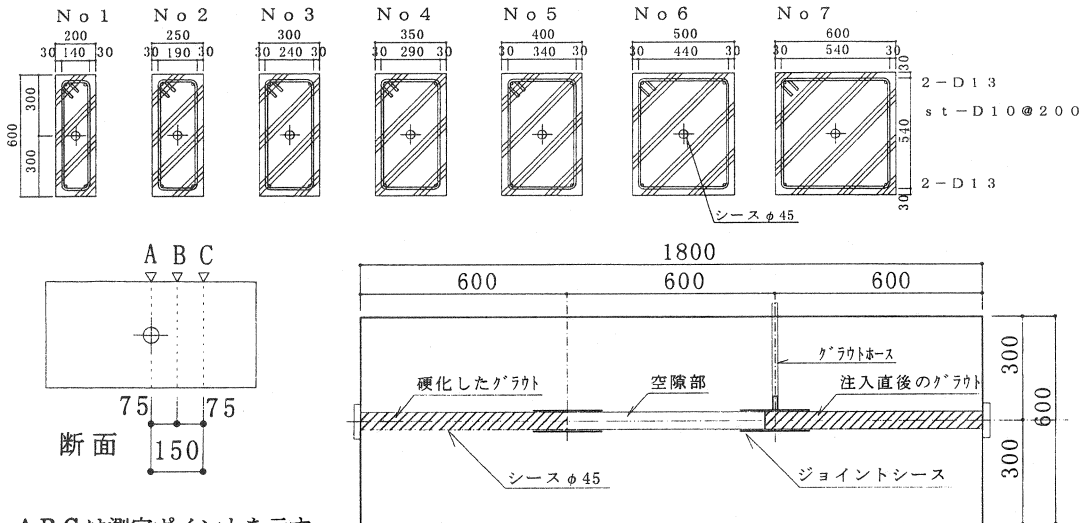


図-2 試験体1の形状・寸法

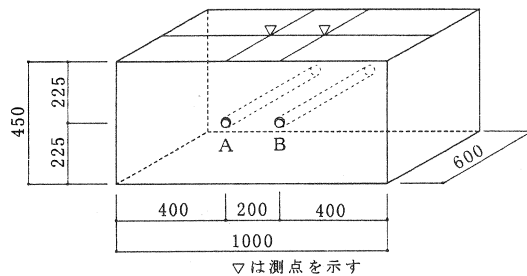
図-3は厚さ200mmから600mmのコンクリートにφ45mmのシース管を配置し、空隙計測可能コンクリート厚を確認する試験体2である。長さを1800mmとし、シース内を硬化したグラウト部と空隙部、注入直後のグラウト部に3つに分けた。



A,B,Cは測定ポイントを示す

図-3 試験体2の形状・寸法

図-4は厚さ450mmのコンクリートの中央に内径φ38mmのシース管を200mm離して配置し、32mmのPC鋼棒を入れ、グラウトを充填したもの(A)と未充填の空隙のあるもの(B)を比較するための試験体3である。また、この試験体3では、より小さな空隙を検知するように検知器とタイマーを改良して感度をアップして計測をおこなった。



▽は測点を示す

図-4 試験体3の形状・寸法

4. 実験結果

試験体1の計測結果を図-5に示す。計数値は60秒間、3回計測した平均値である。
まず、コンクリートと同じ厚さの空間を計測し、次にコンクリート部を計測した。200mmの空間に比べコンクリート部は散乱の影響により約23.6%計数値が減少した。次に各空隙部と空隙部に水を充填した状態で測定した。

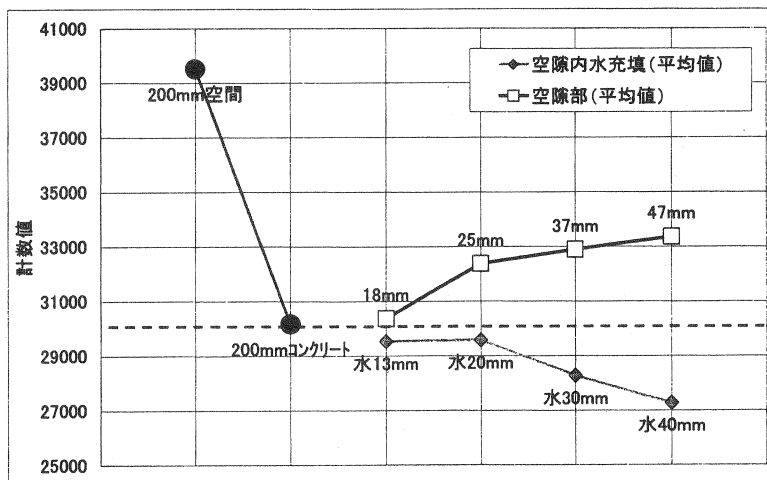


図-5 試験体1の測定結果

表-1 にコンクリート部を基準にし、各空隙部と水充填部の計数値の増減を比率で表した。

表-1 コンクリート部に対する空隙部と水充填部の比率表

測定箇所	200mmコンクリート	18mm	25mm	37mm	47mm	水13mm	水20mm	水30mm	水40mm
比率(%)	0	0.673	7.327	9.047	10.602	-2.092	-1.959	-6.259	-9.561

図-5 からコンクリートに空隙があると、空隙が大きくなると計数値は増加し、水がある場合、その量が多くなると、計数値は減少していることがわかる。しかし、その量が微小な場合(20mm 以下)は表-1 をみると、1~2%とわずかな差で有意な差となっていない。

試験体2の計測結果を図-6 に示す。計測時間は60秒間、3回計測とし、平均値をグラフにした。

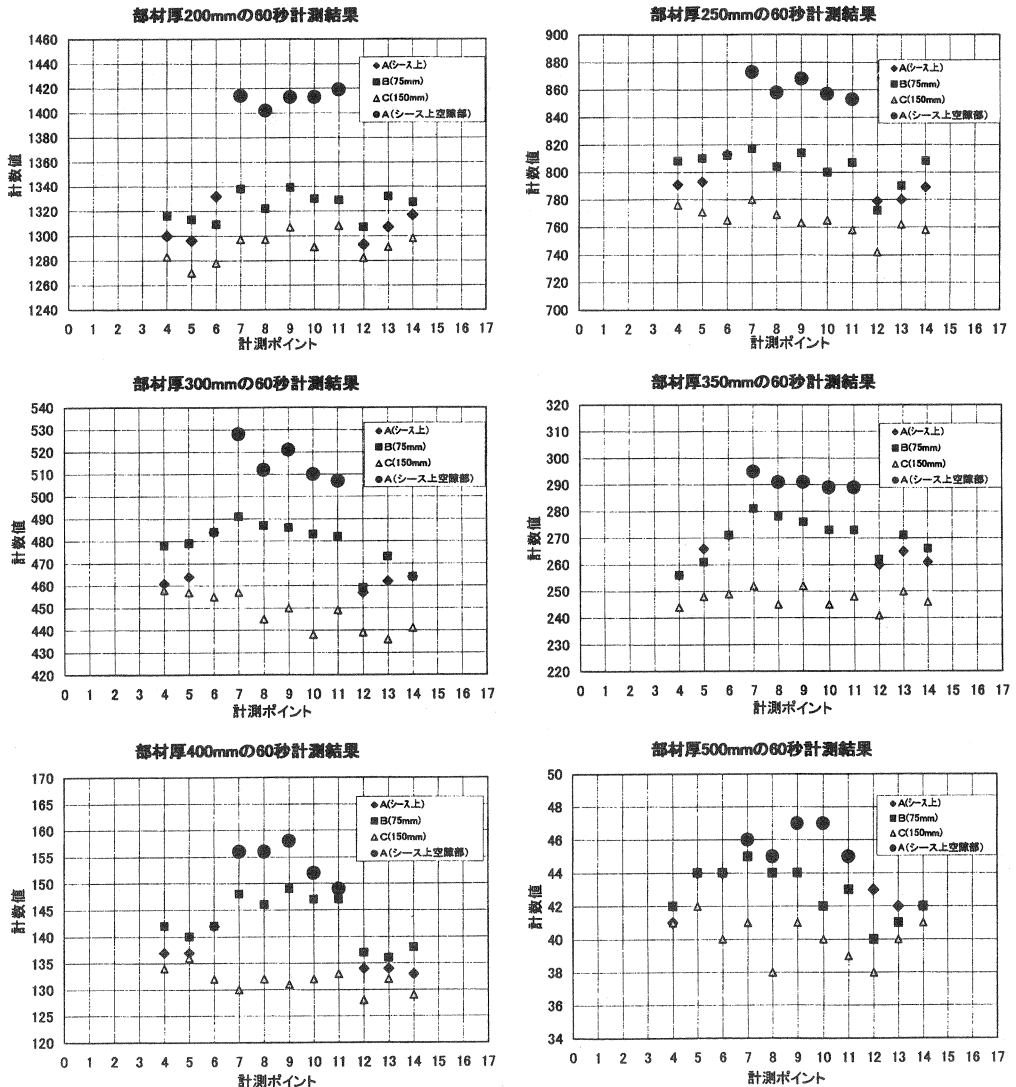


図-6 試験体2の計測結果

グラフの大きい●印が内径φ45mmのシースの空隙部、◆印がグラウトした部分の計数値を示している。■印はシースより75mm離れたコンクリート部、△印はシースより150mm離れたコンクリート部の計数値を示している。また、計測ポイントの1~6が硬化したグラウト部、7~11が空隙部、12~16が

注入直後のグラウト部である。厚さ 350mm までははっきりと空隙部の計数値が高い値を示し、グラウトした部分やコンクリートの部分との判別が可能である。また、コンクリート部と硬化したグラウト部、フレッシュなグラウト充填部との計数値の差はあまりなく近い数値を示している。

試験体 3 の計測結果を図 7 に示す。計測時間を 60 秒間、3 回計測とした。

グラフの▲印が B のグラウト未充填部 (空隙部) で、他のグラウト充填部 (■印) やコンクリート部 (◆印) より計数値が高い値を示し判別が可能なのがわかる。しかし、3 回の計数値のバラツキが少し大きいため精度を上げ、バラツキを少なくする必要がある。

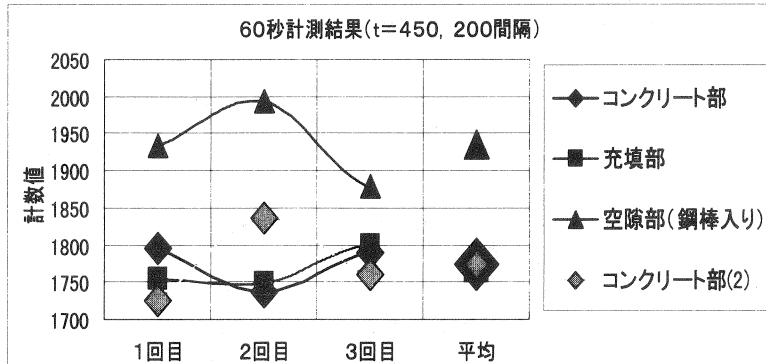


図 7 試験体 3 の計測結果

5. おわりに

本論文は、中性子線による PC グラウトの未充填部を探索する装置の性能確認試験の結果報告である。試験で得られた結果を以下にまとめた。

①この装置は、コンクリート内に空隙があると、中性子は拡散せずに透過するため、透過量がコンクリート部より多くなり、計数値はコンクリートの部分に比べ大きくなり、空隙の大きさが大きくなるにつれて増加する。また、コンクリート内に水がある場合は、中性子は水の成分である水素に反応し散乱するため、計数値はコンクリート部分より小さくなり、大きさが大きくなるにつれ、小さくなる。結果から計数値を比較することで数値の高い空隙部を判別できる性能が確認できた。

②この装置による内径 $\phi 38\text{mm}$ のシース内に 32mm の PC 鋼棒が入った空隙部の検知可能なコンクリート厚は 450mm 程度であるが、検知管の改良によりさらに厚いコンクリートの計測が可能と思われる。現在、この装置は開発中で、データも少なく、解析等も不十分である。また、今回の報告は、試験体による結果であり、実際現場でこのような結果が出ていないため、今後の課題を以下に示す。

1. 既存の橋桁で計測をし、データの蓄積をおこない、数値解析と理論解析をおこない、判別や予測の基準を作成する。
2. 計測作業の効率を上げることと、計測データを数多く収集するための自動計測装置を製作する。
3. 自動計測装置で収集したデータを面データとして、マップ図に表し、計測結果の判定がわかりやすいようにする。
4. スtrandの空隙においても性能確認試験をおこない、判別できるようにする。
5. 500mm 以上の厚いコンクリートでも判別できるよう装置の能力と精度をあげる。

参考文献

- 1) 望月秀次・本間淳史・上東泰：PC グラウトの施工技術の現状と非破壊検査による点検，コンクリート工学，Vol.34，No.6，pp.4～13，1996.6
- 2) コンクリート構造物の非破壊検査・診断技術，技術情報協会，2000.3