

ハンドヘルド蛍光X線装置による飛来塩分量の測定方法に関する検討

広島工業大学	フェロー会員	○竹田 宣典
極東興和(株)	正会員	江良 和徳
ティ・エス・プランニング	正会員	佐藤 智
近未来コンクリート研究会	名誉会員	十河 茂幸

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の塩化物イオン測定にハンドヘルド型蛍光X線装置を用いることが試みられている¹⁾²⁾。塩害環境下のコンクリート構造物の環境評価には飛来塩分量の測定は重要であり、JIS Z 2382「大気環境の腐食性を評価するための環境汚染因子の測定」に示されるドライガーゼ法によって行われる場合が多い。本検討では、ドライガーゼ法による化学分析の省力化を目的として、屋外暴露したドライガーゼに付着した飛来塩分量をハンドヘルド型蛍光X線装置を用いて非破壊的に測定する方法について検討を行った。

2. 実験概要

飛来塩分測定のためのドライガーゼプレートの設置場所は、北海道鶴川町、京都市、広島市、沖縄県名護市の四カ所とし、いずれも南向きに設置した。ドライガーゼプレートの設置位置の海岸から距離は、北海道と沖縄では約200m、広島では約2kmであり、京都では内陸部とした。ドライガーゼの設置状況の例を写真-1に示す。設置期間は2016年7月～2017年6月の1年間とし、1ヶ月ごとにドライガーゼを回収し測定を行った。



写真-1 ドライガーゼの設置状況

ドライガーゼプレートの作製と飛来塩分量の測定は、JIS Z 2382の「ドライガーゼ法」に準拠して行った。ガーゼに付着した塩化物イオンの化学分析は、電位差滴定法により行った。また、ハンドヘルド蛍光X線分析装置(オリンパス社製)を用いて、ガーゼに付着した塩化物イオン量を塩素のX線強度により測定した。X線強度の測定を行った箇所は写真-2に示すように、ガーゼの四隅と中心部の計5点とし、その平均値を1枚のガーゼ内の付着塩分のX線強度とした。X線強度の測定時間は1箇所につき60秒とし、測定される範囲(スポット径)は約9mmである。

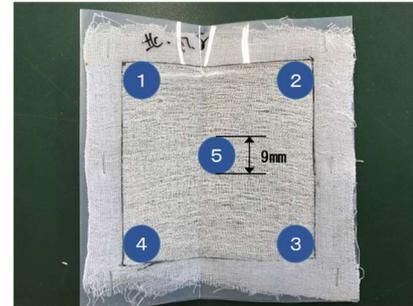


写真-2 ドライガーゼにおける
蛍光X線の測定位置

3. 実験結果及び考察

3.1 化学分析とX線強度の関係

図-1に北海道に設置したドライガーゼの化学分析による飛来塩分量と蛍光X線による塩素のX線強度を示す。測定月による測定値の差異はあるが、化学分析の結果とX線強度は連動している傾向が見られた。8月は台風の影響でガーゼが波を被ったため、大きな値となった。その他の測定場所においても同様の傾向が見られた。また、ドライガーゼの化学分析による飛来



図-1 化学分析とX線強度の測定結果の例(北海道)

キーワード 飛来塩分量, ドライガーゼ法, 塩害, 蛍光X線, 化学分析

連絡先 〒731-5193 広島県広島市三宅2丁目1-1 広島工業大学 Tel:082-921-6476, Fax:082-921-8976

塩分量と塩素のX線強度の関係（北海道）を図-2に示す。両者の間には高い相関関係が見られた。その他の測定場所においても同様の傾向が見られた。

3.2 各地における塩素のX線強度

図-3に化学分析によって測定した各地の飛来塩分量の年平均値を示す。年平均値の算定に、北海道の8月の測定値は採用しなかった。北海道、沖縄では、測定月による差異がみられたが、年平均値では北海道>沖縄>広島≧京都の順に飛来塩分量が多く、飛来塩分量が少ない京都、広島に比べて北海道、沖縄では約2倍の値であった。

図-4に蛍光X線分析によって測定した各地のガーゼに付着した塩素のX線強度の年平均値を示す。北海道と沖縄では、化学分析の結果と同様に測定月による差異があるが、京都と広島ではばらつきは小さかった。X線強度の年平均値は、京都と広島はほぼ同等であったが、北海道、沖縄は京都、広島の約4倍の値であった。このように、化学分析、X線強度のいずれの測定においても、海岸からの距離が近いと多くの塩化物イオンがガーゼに付着することが確認された。

図-5に化学分析による飛来塩分量の年平均値と塩素のX線強度の年平均値の関係を示す。両者の関係には極めて高い相関性がみられた。

4. まとめ

これらの結果より、ハンドヘルド蛍光X線分析装置を用いて、ドライガーゼの4隅と中央部の計5点において測定した塩素のX線強度を測定し、化学分析による飛来塩分量との検量線を作成することにより、ドライガーゼに付着した飛来塩分量を推定できる可能性があると考えられる。

謝辞：ドライガーゼの設置、回収にあたり、京都大学山本貴士教授、会澤高圧コンクリート(株)金谷富太氏、琉球セメント(株)山川健氏のご協力を賜りました。また、蛍光X線装置による測定においては、オリンパス(株)窪内研之氏にご協力を賜りました。ここに厚く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 金田尚志, 魚本健人: 塩化物測定用ポータブル蛍光X線分析装置の開発, コンクリート工学論文集, Vol.29, No.1, pp.1095-1100, 2007
- 2) 渡辺瑠依子, 溝渕利明: 蛍光X線を用いた塩化物イオン推定に関する研究, 土木学会第72回年次学術講演会, pp.539-540, 2017.9

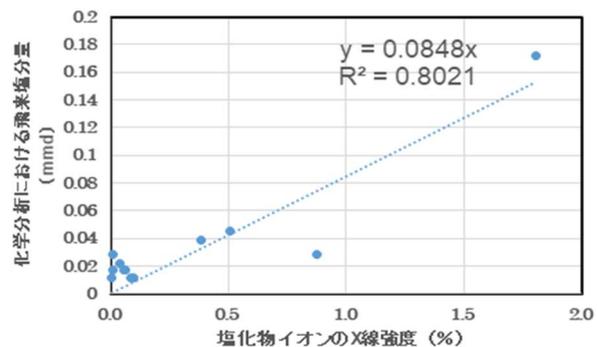


図-2 化学分析による飛来塩分量とX線強度の関係



図-3 化学分析による各地の飛来塩分量の年平均値



図-4 付着塩分のX線強度の年平均値

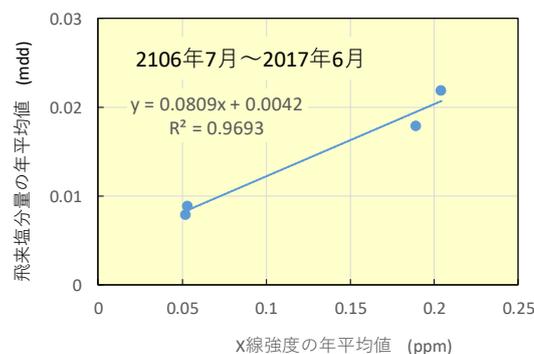


図-5 飛来塩分量とX線強度の年平均値の関係