



極寒地でも凍らないグラウトの開発とその実用化に向けての取り組み

北見工業大学 工学部社会環境系教授 井上 真澄

筆者が北見工業大学に赴任してから、15年が経ちました。もともと北海道には縁もゆかりもなく、故郷から遠く離れた新たな環境での出発となりましたが、新天地での多くの方々との出会いや貴重な経験を経て、極寒地におけるコンクリート施工の課題を目の当たりにしてきました。現在はその解決に向けての研究を進めています。本稿では、研究フィールドとするオホーツク地域の中核都市・北見市の紹介を交えながら、“凍らない”グラウトの研究開発とその実用化に向けた取り組みについて紹介します。

オホーツク地域は、北海道の北東部に位置し、北見市を中心に広がる地域を言います。この地域は冬の寒さが非常に厳しく、12月から3月にかけてはほぼ毎日、氷点下の気温が続きます。特に夜間の気温はさらに低くなり、寒波が襲うと-20℃を下回ることもあります。一方で、夏場は意外にもかなり暑くなることがあります。特に近年の異常気象により、北海道全体で夏の気温が上昇傾向にありますが、北見市も例外ではなく夏には30℃を

超える日は珍しくなく、最近では7～8月にかけては猛暑日(35℃以上)になることもあります。極寒地でありながら夏場にこのような高温になるのは少し意外かもしれませんが、まさに「寒暖差の激しい地域」と言えます。

ご存じのように日平均気温が4℃を下回る場合、寒中コンクリートとしての施工が求められます。北見市の場合、11月から4月中頃が寒中施工の時期に該当し、特に1月から2月にかけては日平均気温が-10℃前後となります。日中でも氷点下となる日が多く、非常に厳しい気象環境にあります。そのため、冬期の工事ではコンクリートの初期凍害や強度発現の遅れを防ぐために、一般的に給熱(加熱)養生が行われます。幸運にも厳冬期における施工現場を数多く見学させていただき、寒中コンクリート施工の大変さや留意点に



写真-1 PC橋の冬期施工現場

ついて学ぶ機会を得ました。研究レベルでは、寒中コンクリートに関わったことのなかった筆者にとって、この経験は非常に貴重なものとなりました。その中で、寒中施工において大きな課題となっているのが、グラウト工事であることを知りました。寒中のグラウト工事も、低温がもたらすグラウトの初期凍害や強度発現の遅れが大きな問題となります。例えば、ポストテンション方式のプレストレストコンクリート(PC)構造物では、シース管内に注入したPCグラウト中の水分が凍結膨張し、

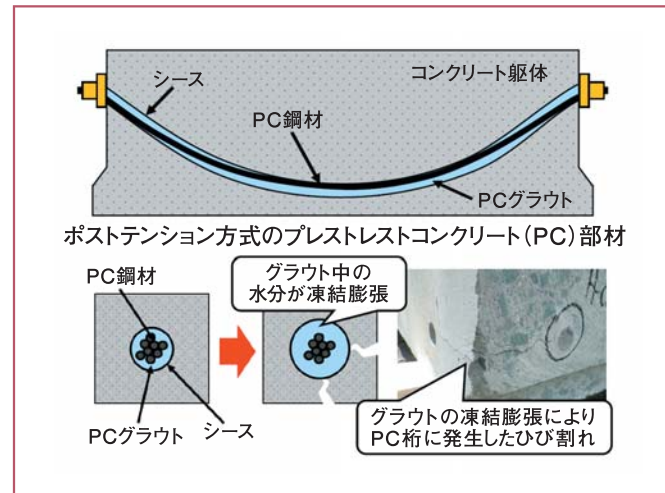


図-1 グラウトの凍結によるひび割れ損傷

周囲のコンクリート躯体にひび割れを誘発する恐れがあります。このため、現行のPCグラウトの設計施工指針では日平均気温が4℃以下となる場合には、グラウトの注入作業を行わないことが標準とされています。

やむを得ず寒中でのグラウト注入作業を行う場合には、一般的なコンクリート工事と同様に、構造物全体や大部分を覆う大がかりな養生囲いを設けて給熱養生を行う必要があります。しかし、グラウトの使用量(材料費)に比べ、給熱機の燃料消費量が膨大で養生費が過大になるため、寒冷地では冬期のグラウト施工を避けざるを得ないケースが多いのが現状です。

これはPCグラウトに限らず、橋梁の杓座基礎のグラウト工や橋脚の鋼板巻き立てなどに使用されるグラウト材などについても同様です。これらの場合、施工前に土台となる橋台や橋脚全体を予め温める必要があります。寒中におけるグラウト工の困難さゆえに春先まで工期を延期せざるを得ないケースもあります。寒中におけるグラウト工事の難しさは、通年施工の大きな障害となっていました。

でセメント系材料の凝固点を下げることでした。特に亜硝酸リチウムはセメント系材料に多量に添加しても流動性を損なわないため、優れた凍結点降下作用が期待できます。その結果、外気温が-20℃の環境下でもセメントの水和反応が進行し、グラウトの強度を増進させることに成功しました。

室内実験における基礎的検討を経て実部材への適用性を確認するために、北見工業大学・オホーツク地域創生研究パーク(旧北見競馬場跡地)において、透明シース管およびコンクリート試験体を用いた実物大PCグラウト注入実験を行いました。グラウト注入作業時の外気温は-10.5℃であったものの、シース管への確実な



写真-2 透明シース管を用いたグラウト注入実験

充填が可能であるとともに、PCグラウトの品質基準を満たすことを確認しました。現在、北海道内を中心に寒中におけるグラウト工事にて実用化が進められています。

カーボンニュートラルの実現に向け、建設現場でも温室効果ガス排出量の削減が求められています。本稿で紹介した“凍らない”グラウトを活用することで、極寒地でも大掛かりな養生施工や環境負荷を増やすことなく効率的な施工が可能となります。これにより、温室効果ガスの削減、工事費用の削減、省力化が期待されます。また、グラウトに亜硝酸イオンを混入することで鋼材の腐食抑制効果も得られるため、PC構造物の高耐久化にも寄与します。今後、寒冷地以外の施工現場にもこの技術が広がり、持続可能なコンクリート構造物の実現に向けた一助となることが期待されます。



写真-3 オホーツク地域創生研究パーク(旧北見競馬場跡地)

いのうえ・ますみ

【著者略歴】

1975年 岐阜県生まれ
1998年 立命館大学理工学部卒業
2003年 同大学大学院修了 同大学博士研究員
2007年 同大学助教
2010年 北見工業大学助教
2012年 同大学准教授
2021年 同大学教授