GIS を活用した全国版寒中コンクリート危険度マップの構築

日本大学　学生会員　○佐藤　圭吾　日本大学　小原　浩暉
日本大学　正会員　子田　康弘　日本大学　正会員　岩城　一郎

1. はじめに

コンクリート構造物の品質は、材料・配合のみならず、施工における打込みや養生などにも大きく左右される。東北地方といった積雪寒冷地域においては、冬季に寒中施工が実施される。寒中コンクリートは、養生期間中の日平均気温が 4℃以下になることが予想される施工であり、コンクリートの凝結硬化時に凍結する恐れがある気温条件をいう。初期凍害は、コンクリートの耐久性を著しく低下させるため、寒中施工対策はコンクリート構造物の品質確保において重要である。しかし、極寒冷地の対策を全国一律に実行することはコストの面からも非効率であり、冬期における地域の気温条件を把握し対策にあたる必要がある。そこで本研究では、寒中施工に利用可能な全国版の寒中コンクリート危険度マップを構築し、地域特性の分析より区分化した寒中コンクリートの施工対策を提案した。

2. GIS による寒中コンクリート危険度マップの作成概要

本研究において作成した危険度マップは、まず、1)全国版として 11 月から 3 月の 5 ヶ月における月平均気温による簡易マップと、2)冬期の環境温度が厳しい北海道・東北地方の 11 月から 3 月の各月上中下旬(10 日間)毎の平均気温による詳細マップの 2 種類である。具体的な作成方法として、当研究室では既往の研究において GIS を用いた凍害危険度マップ [1)]を構築しており、本危険度マップにおいてもこの手法を適用した。具体的には気象統計情報 [2)]より、全国 866 箇所(沖縄と各諸島を除く)の観測所における過去 30 年間分(1984 年～2013 年)の気温データより、冬期気温データベースを作成し、これに基づき GIS 上の全国 10 キロメッシュ毎の座標位置における気温を算出することで気温分布へと展開した。

3. 分析結果及び考察

図-1 に、全国版寒中コンクリート危険度マップの例として、1 月の気温マップを示す。1 月は全国的に気温が低い月間であり、気温区分の濃い橙色から寒色が 4℃以下の地域を表している。図より、4℃以下の地域は、中国地方や九州の阿蘇山付近、四国山地にも存在することがわかる。また、特に気温の低い範囲は北海道から中部地方の山脈に沿うような範囲にあった。このように、地図として気温分布を見える化することにより、西日本であっても冬期間は寒中コンクリートとなり、寒中施工の対策を講じなければならない地域が大枠で把握することができる。なお、この図は GIS より、座標位置を入力することで調べたい地点の気温を求めることができる。

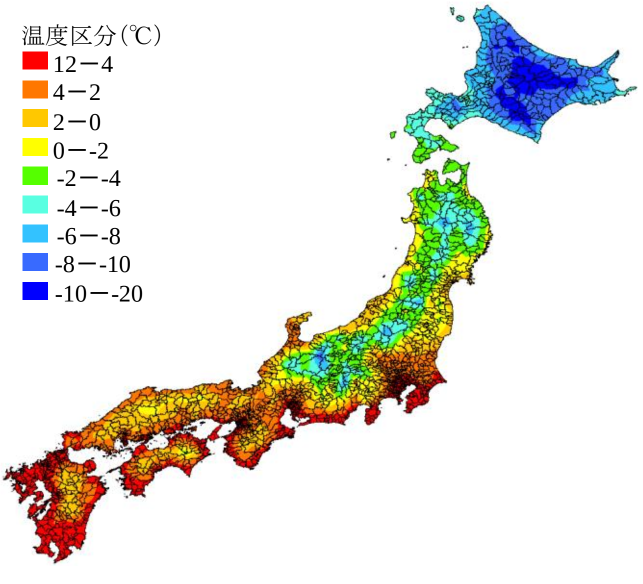

図-1　全国版寒中コンクリート危険度マップ(1月)

図-2 に、東北地方の 11 月から 3 月のそれぞれ下旬の詳細気温マップを示す。図より、11 月下旬には東北地方の山間部の広い範囲で 4℃以下になり、3 月の下旬までほぼ全域が 4℃を下回ることが判明した。これにより東北地方においては、11 月より寒中施工になる地域が現れ、少なくとも 12 月から 2 月の 3 ヶ月間は東北の

キーワード　寒中コンクリート,危険度マップ,対策区分,GIS
連絡先　〒963-8642　福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地　日本大学工学部土木工学科　ＴＥＬ024-956-8721

ほぼ全域が寒中コンクリートの仕様となることが確認できた。ただし、奥羽山脈や北上高地のような山間部と仙台平野から福島県太平洋沿岸とでは、気温が異なり東北地方全体で同じ寒中施工対策は危険側の管理になる場合やコスト面で無駄が発生する場合があるといえる。**図-3** に、北海道の詳細気温マップとして 1 月下旬を示す。図より、北海道における気温の変化は、大凡大雪山系を中心に沿岸部に向けて気温が低下し、反対に気温の上昇は沿岸部から大雪山に向けて生じるような傾向であった。北海道においては 11 月の下旬には全域で寒中コンクリートの仕様が必要でこの状況は全域で 3 月下旬まで続くことがわかった。

このように、気温マップを用いることで、東北地方の場合は 11 月の時点で日平均気温 4℃以下の地域が北上山地や田沢湖付近、または南会津地域などに存在するものの、沿岸地域はまだ山間部に比べ温暖であるというように、日平均気温を把握することで具体的な寒中コンクリート対策の方法を事前に検討できるものと考えられる。**表-1** に、本分析による東北地方版の寒中コンクリート対策区分(案)を示した。表より、対策区分を 4 段階に分けて施工グレードを設定するような案を考えた。それぞれの区分で所要の強度が得られるまでの具体的な方法は、対策区分 1 の地域では気温の日変動が夜間 0℃近くまで低下する傾向であり、コンクリートの水和熱を逃がさないように保温養生で対応できる場合が多い。対策区分 2 の地域は、昼夜問わず気温が急激に低下する場合もあり、保温養生のみでは寒中対策としては不足であり、上屋と構造物付近の温度を上げる給熱養生が必要になる。これに対して、対策区分 3 や 4 の地域は、気温変化が小さく、終日氷点下という極寒冷地域であり、コンクリート打込みの直後から初期凍害が発生する可能性があり、厳重な温度管理の下、コンクリートの急激な温度低下を防止する対策が必要であると考えられる。

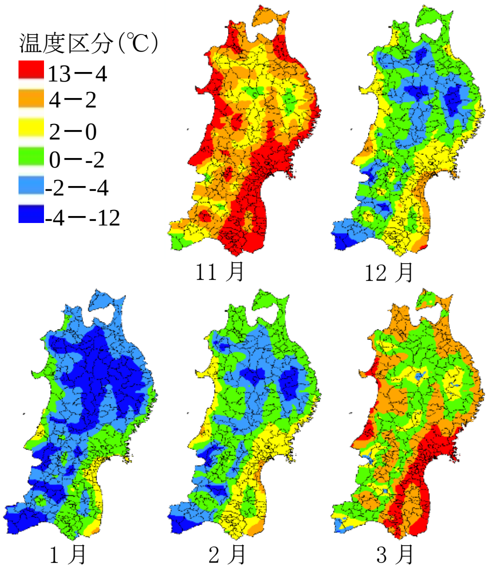

図-2　東北版危険度マップ(下旬)

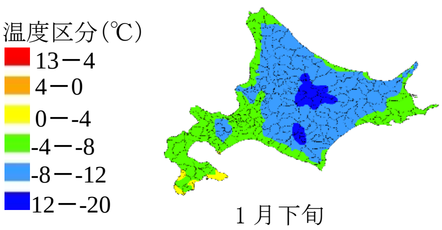

図-3　北海道版危険度マップ

表-1　寒中コンクリート対策区分（案）

対策区分	日平均気温	寒中コンクリート地域区分	施工方法
1	4℃–0℃	簡易な寒中コンクリート施工要の地域	保温養生により、所要の強度に達するまで保温する。
2	0℃–-2℃	標準的な寒中コンクリート施工要地域	シートなどで上屋を設ける。保温養生と給熱養生により所要の強度に達するまでコンクリートを5℃以上に保つ。
3	-2℃–-4℃	極めて厳しい環境下での寒中コンクリート施工要地域に準じる地域	急激な温度低下のない上屋を設ける。コンクリート製造時に材料の加熱を行う。保温材料を複数層重ね保温力を高めた養生と給熱養生により所要の強度に達するまでコンクリートを5℃以上に保つ。
4	-4℃以下	極めて厳しい環境下での寒中コンクリート施工要地域	

4. まとめ

本研究より、当研究室の GIS を利用する既往の手法を用い全国版の寒中コンクリート危険度マップを作成し、11 月から 3 月の 5 ヶ月間における北海道から九州までの気温特性を分析した。マップとして見える化したことで冬期の寒中コンクリートの施工対策の程度を月ごとに把握することができ、寒中コンクリートの対策区分を地域の日平均気温を考慮するかたちで提案することができた。

5. 謝辞

本研究の一部は、平成 24 から 26 年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業(S1203003)の研究費によって支援されました。ここに記して、謝意を表します。

【参考文献】1)子田康弘他(2010)：GIS を活用した東北地方におけるコンクリート構造物の劣化ハザードマップの構築，コンクリート工学年次論文集，Vol.32，pp.1447-1452

2)気象統計情報: http://www.jma.go.jp/jma/index.html