

# 中国地方における凍害危険度の算定

松江工業高等専門学校 正会員 ○周藤 将司

## 1. はじめに

コンクリートの凍害に対する危険性は、供用環境や供用条件によって異なる。凍害はコンクリート中の水分の凍結と融解の繰返し作用によって生じるため、危険性を考える上では外気温について考慮することが最も重要であると言える。地域ごとの凍害危険度を示した代表的な研究としては、長谷川によって作成された凍害危険度の分布図<sup>1)</sup>が知られている。これは、全国140地点における1965年から1970年までの5年間の気象データを基に日本地図上に危険度の分布を示したものである。この分布図は現在でも貴重な資料として用いられている<sup>例えば 2)</sup>ものの、詳細な地点ごとの危険度の評価は難しいと言える。そこで、成田らは、長谷川の提案した手法を基に、気象庁から発表されているメッシュ気候値に着目して東北地方に限定して詳細な検討を行い、凍害損傷リスクマップ<sup>3)</sup>の作成を行っている。

本報では直近の5年間の気象データを参照して中国地方における凍害危険度の算定を行い、従来の分布図との比較を行った結果を示す。

## 2. 凍害危険度の評価方法

凍害危険度は、既往の研究<sup>1, 3)</sup>を参考に凍害危険度を以下の式から求め、表1<sup>1)</sup>によって評価した。

$$V_F = [\Sigma\{(FT + F \times u) \times t\} + I] \times c \quad (1)$$

$$I = 6.5D + 20 \quad (2)$$

ここで、 $V_F$ : 凍害危険値、 $FT$ : 外気温上の凍結融解日数、 $F$ : 外気温上の凍結日数、 $u$ : 日射による融解率<sup>1)</sup>、 $t$ : 氷点下の温度差による凍害重み係数<sup>1)</sup>、 $\Sigma\{(FT + F \times u) \times t\}$ : 氷点下の温度差を考慮した凍害温度の積算値、 $I$ : 凍結日の最低温度を考慮した補正值、 $c$ : 湿潤程度による凍害軽減係数、 $D$ : 日最低気温が $-15.1^{\circ}\text{C}$ 以下の凍結日数である。

ここでは、中国地方の気象台、アメダス観測所で気温の観測を行っている75地点から気象データを抽出して評価を行った。

表1 凍害危険値と凍害危険度の関係<sup>1)</sup>

|       |               |                 |                 |                   |                     |                     |
|-------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| 凍害危険値 | 0<br>～<br>200 | 201<br>～<br>500 | 501<br>～<br>800 | 801<br>～<br>1,100 | 1,101<br>～<br>1,400 | 1,401<br>～<br>2,000 |
| 凍害危険度 | 0             | 1               | 2               | 3                 | 4                   | 5                   |

表2 凍害危険値と凍害危険度の関係<sup>1)</sup>

|            |              |                |                 |                 |                 |                 |          |
|------------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
| 湿潤地域<br>係数 | 0<br>～<br>50 | 51<br>～<br>100 | 101<br>～<br>150 | 151<br>～<br>200 | 201<br>～<br>250 | 251<br>～<br>300 | 301<br>～ |
| 凍害軽減<br>係数 | 0.30         | 0.50           | 0.70            | 0.80            | 0.90            | 0.95            | 1.00     |

各地点の凍結融解日数、凍結日数は、2011年から2015年の年平均値を用いた。氷点下の温度差による重み係数は、骨材の品質とAE剤の使用の有無によって異なる。本報では、評価の対象となるコンクリートが「良質骨材またはAE剤を使用したコンクリート」であるとして、評価を行っている。

湿潤程度による凍害軽減係数は、融雪量と降水量を考慮して湿潤地域係数から求める係数である。しかし、融雪量のデータは気象観測データでは取り扱っていない。そこで成田らは、気象台での観測で観測されている最深積雪値に着目し、湿潤地域係数と年最深積雪の間に相関性があることを確認し、両者の関係式を以下の通り示した<sup>3)</sup>。

$$y = 2.9476x + 64.764 \quad (3)$$

ここで、 $y$ : 湿潤地域係数、 $x$ : 年最深積雪 (cm) である。

年最深積雪は、気象台においては観測されているものの、アメダス観測所では観測されていない。そこで、アメダス観測所では、観測所の緯度経度から標準地域メッシュコードを確認し、国土数値情報の平年値(気候)メッシュ<sup>4)</sup>から当該メッシュの平年値(1980年から2009年までの平均値)を用いることとした。気象台においては2011年から2015年の年平均値を用いた。

## 3. 各地の凍害危険度

図1に長谷川の作成した凍害危険度の分布を示す。

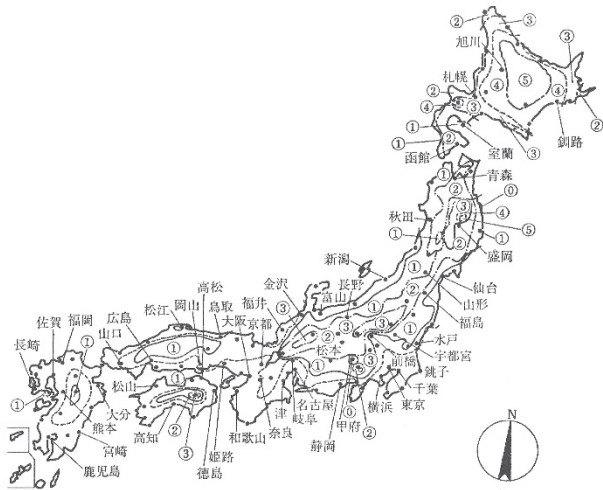


図1 既往研究の凍害危険度の分布<sup>1)</sup>

表3 凍害危険度と凍害の予想程度<sup>1)</sup>

| 凍害危険度 | 凍害の予想程度 |
|-------|---------|
| 5     | 極めて大きい  |
| 4     | 大きい     |
| 3     | やや大きい   |
| 2     | 軽微      |
| 1     | ごく軽微    |

凍害危険度の示す意味は、表3のとおりである<sup>1)</sup>。図1から、中国地方の山間部は危険度1で「ごく軽微」な凍害が予想される。

本研究で求めた凍害危険度の分布図を図2に示す。各県の県庁所在地と、凍害危険度1と評価された地点の計算データを表4に示す。

凍害危険度の最大値は、486（広島県世羅）であった。これは、広島県世羅では、氷点下の温度差による凍害重み係数が全地点で最大であったことが大きく影響している。氷点下の温度差による凍害重み係数は、日最高気温が氷点下となる凍結日の平均気温から求められる。したがって、式(1)においては、凍結融解日数とともに凍結日数の有無が大きく影響することがわかる。

図2は、75地点の評価結果を地図上に分布図として示したものである。図2からは、山間部を中心に凍害危険度が201以上（凍害危険度1）を示す観測所が分布していることが確認された。これより、図1と同様に山間部においては、凍害危険度1に該当するエリアが分布していることが予想される。

#### 4. まとめ

本報では、気象観測データから中国地方における

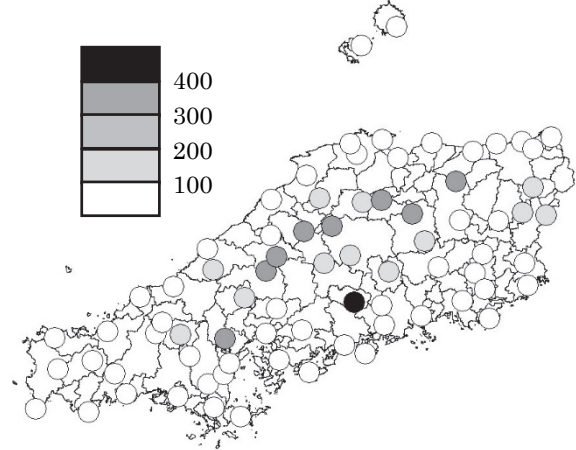


図2 中国地方における凍害危険値の分布図

表4 主な観測所の計算値

| 地点     | 凍結融解日数 | 凍結日数 | 凍結日の平均気温 | 年最深積雪(cm) | 凍害危険値 |
|--------|--------|------|----------|-----------|-------|
| 鳥取市    | 13.8   | 0    | -        | 46.8      | 18    |
| 松江市    | 14.0   | 0    | -        | 27.2      | 14    |
| 岡山市    | 11.2   | 0    | -        | 1.6       | 10    |
| 広島市    | 7.2    | 0    | -        | 4.2       | 10    |
| 山口市    | 29.0   | 0    | -        | 8.8       | 10    |
| 広島県世羅  | 94.6   | 0.8  | -5.1     | 0         | 486   |
| 広島県高野  | 102.2  | 8.0  | -4.2     | 104.4     | 240   |
| 鳥取県茶屋  | 102.4  | 5.8  | -4.1     | 63.0      | 220   |
| 岡山県上長田 | 92.0   | 3.6  | -3.8     | 99.2      | 208   |
| 岡山県千屋  | 102.6  | 4.8  | -4.0     | 56.8      | 207   |
| 島根県赤名  | 91.0   | 4.6  | -4.1     | 82.4      | 207   |
| 島根県瑞穂  | 98.2   | 3.0  | -4.0     | 50.2      | 204   |
| 広島県大朝  | 95.0   | 3.0  | -4.2     | 51.8      | 203   |

凍害危険度の算定を行った。今後は、分布図の結果と実態との比較を行うことで、本分布図の有効性を確認することが重要である。

#### 参考文献

- 1) 長谷川寿夫：コンクリートの凍害危険度算出と水セメント比限界値の提案，セメント技術年報，No.29，248-253，1975
- 2) 日本コンクリート工学会：コンクリート診断技術'12 [基礎編]，pp.203-205，2012
- 3) 成田健ら：実構造物群の調査結果に基づく凍害損傷リスクマップの作成に関する研究，コンクリート工学論文集，Vol.19，No.1，pp.29-38，2008