

中国山地におけるコンクリートの凍害劣化予測の気象条件に
降雪量が及ぼす影響

Influence the Amount of Snowfall on Meteorological Condition for Estimation of
Frost Damage of Concrete in Chugoku Mountainous Region

○武美伸宗*, 周藤将司**, 緒方英彦*

Nobutoshi TAKEMI, Masashi SUTO, Hidehiko OGATA

1. はじめに

北海道や東北地方だけでなく、中国地方の山間部である中国山地においてもコンクリート構造物の凍害が発生している。凍結融解の繰返し作用によって発生する凍害は、供用される環境により劣化状態が異なる。そのため、凍害劣化予測を行う場合には、供用場所の自然条件を考慮する必要がある。本報では、中国山地に位置する岡山県北部の蒜山においてコンクリートの凍害劣化予測を行うための気象条件について検討した結果を示す。

2. 地域係数と気温による ASTM 相当サイクル数との関係

自然環境下におけるコンクリートの凍害劣化予測には、ASTM 相当サイクル数が用いられる。ASTM 相当サイクル数は、室内実験の ASTM C 666 A 法 (JIS A 1148 A 法) に基づく凍結融解繰返しが冬期間に自然環境下のコンクリートへ作用する回数を表している。ASTM 相当サイクル数は次式で表される^{1), 2)}。

$$C_{yASTM-90} = C \times F \times RSP = C \times F \times Ra90 \times s \times p$$

$$Ra90 = m \times T + n$$

ここで、 $C_{yASTM-90}$ (回/年) : ASTM 相当サイクル数、 $RSP : \Sigma(-t_s/18)^{1.15}$, t_s は 11 月から 3 月までの日最低気温のうち -1°C 以下かつ湿度 90% 以上となる日の温度 (凍結最低温度, $^{\circ}\text{C}$)、 $Ra90$: 気温による ASTM 相当サイクル数、 C : 養生条件、 F : 凍結融解条件、 s : 日照条件、 p : 劣化過程条件、 T : 地域係数 (対象地域の冬期 (12 月~3 月) の 30 年分の気温データの日別平滑平年値をもとに、その地域の極値、凍結持続日数から求められる)、 m , n : 現場の環境によって定まる係数である。

気温による ASTM 相当サイクル数 $Ra90$ を求めるためには、地域に応じた係数 m , n が設定されなければならない。既往研究¹⁾ で求められた係数は全国 67 地点の気象データから導かれたものであり、この中国山地の環境に当てはまらないことが事前検討で明らかになった。そこで、新たに中国山地の m , n の値を設定することとした。 m , n は地域係数 T と $Ra90$ の関係が線形で表される時の傾きと切片である。

地域係数 T は、平滑平年値から求められる。しかし、それに対応する $Ra90$ を求めるには湿度のデータが必要となり、アメダス観測データを用いることができない。そこで、ここでは気象観測を行っている地点から単年度ごとの T と $Ra90$ の関係性を評価した。ここで、観測データは、蒜山の 2012, 2014, 2015 年度の 3 年分と、蒜山から約 20km 離れた人形峠環境技術センターの 2007~2015 年度までの 9 年分である。図 1 は、単年度ごとの T と $Ra90$

* 鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, ** 松江工業高等専門学校, National Institute of Technology, Matsue College, 凍害劣化予測, ASTM 相当サイクル数, Winter Index, 降雪量

との関係を示している。両者のばらつきは大きく、線形関係は示さなかった。線形を示さなかった原因は、蒜山に特徴的な冬期間の気象傾向が加味されていないためだと考えられた。

そこで、本研究では、冬期の厳しき指数である *Winter Index (WI)* を用いて冬期間の気象傾向を分析した。気象データは、蒜山に最も近いアメダス観測地点である上長田の2006～2015年度の10年度分を使用した。*WI* は次式で表される³⁾。

$$WI = a\sqrt{TI} + b\ln(S/10 + 1) + c\sqrt{N/(R + 10)} + 50$$

ここで、*a*, *b*, *c*: 係数, *TI*=解析期間の *TI* の合計値/解析日数 (*TI*=0 (最低気温>0°C), 1 (日最低気温≤0°Cかつ日最高気温>0°C), 2 (日最高気温>0°C)), *S*=解析期間の日平均降雪量の合計値/解析日数, *N*=日最低気温≤0°Cの日数/解析期間の日数, *R*=月平均最高気温-月平均最低気温である。

WI の式の右辺における各項はそれぞれ路面温度因子, 降雪量因子, 結霜・結氷因子と呼ばれている。本研究で求めた *WI* と各因子との相関係数は、それぞれ 0.845, 0.985, 0.871 となり、降雪量因子に *WI* と最も強い相関があることがわかる。また、図2に示すように降雪量と *WI* には相関があり、相関係数は 0.985 となった。このことから中国山地の冬期の気象傾向は、降雪量の多寡により表現することができる。そこで、気候的出現率の考え方を利用し、図1から降雪量が平年並みとなる年度のみを抽出した結果を図3に示す。該当する年度は2007, 2012, 2014年度となり、5点のデータが残った。図3より、*T* と *Ra90* の関係は平年値のデータのみを用いることで線形の傾向が高められ、回帰式より係数 *m*, *n* を求めることができた。

3. まとめ

本研究では、ASTM 相当サイクル数を求める際に必要となる環境によって定まる係数を求めた。その過程で中国山地の気象条件は、降雪量の影響を大きく受けることがわかった。このことから、中国山地においてコンクリートの凍害劣化予測を行う際には、気象条件として従来の気温と湿度に加えて、降雪量も考慮すべきであることが示唆された。

参考文献

- 1) 浜幸雄ら：気象因子を考慮したコンクリートの凍害劣化予測，日本建築学会構造系論文 文集 Vol.523, pp.9-16, 1999
- 2) 松村光太郎ら：コンクリートの凍害を対象とした自然環境下におけるコンクリート温度に関する検討，コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.2, pp.793-798, 2000
- 3) 武市靖ら：Winter Index による道路雪氷管理の評価に関する検討，土木学会舗装工学論文 集, Vol.3, pp.23-30, 1998

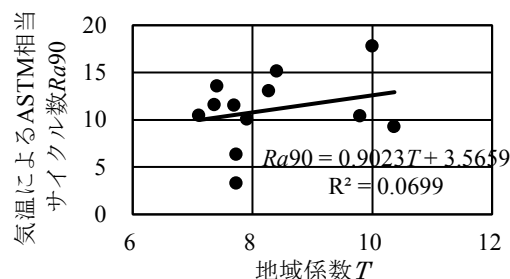


図1 観測データによる地域係数と気温による ASTM 相当サイクル数の関係

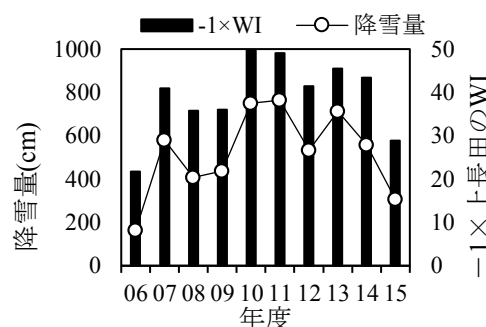


図2 上長田の Winter Index と降雪量との関係

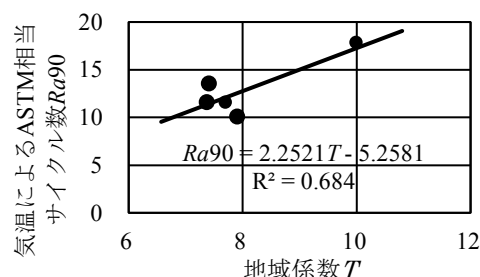


図3 平年並みとなる年度の地域係数と気温による ASTM 相当サイクル数