

I-157 気温の統計分析と鋼製橋脚の構造物温度の推定

総合技術コンサルタント 正会員 石田良三
 総合技術コンサルタント 正会員 久保雅邦
 阪神高速道路公団 正会員 北沢正彦
 阪神高速道路公団 堀江佳平

1. まえがき

構造物の設計を適切に行なうには、作用荷重の確率統計的特性を正確に把握する必要がある。道路橋における活荷重や風荷重については統計データに基づく確率論的検討があるが、温度荷重に関してはいくつかの実測調査が行なわれているものの、荷重としての系統的な検討は比較的少ない。本調査は、阪神地域における気温の統計分析と気温と鋼構造物温度との相関分析を行ない、橋梁設計に考慮すべき温度荷重の推定を行なったものである。

2. 気温の統計分析

大阪管区気象台の観測による大阪地域の気温データを統計分析した。用いたデータの概要を表-1に示す。

- (1) 任意時刻の気温； 3時間毎の気温を近似的に任意時刻の気温と考えた。その頻度分布を図-1に示す。分布形状は約30℃の幅の矩形分布に近い。任意時刻の他の荷重、たとえば地震荷重との組合せを考える上ではこの特性を利用すべきであろう。(2) 日最高・日最低気温； 年間を通した日最高気温と日最低気温の分布は、図-1と良く似た矩形に近い特性となる。さらにこれを月別に分類し、夏季(8月)と冬季(1月)の日最高・日最低気温の分布を図-2に示す。両者は対称な分布の偏りを示し、また分布の平均値の差が約30℃あり、ある種の繰り返し荷重となっている。たとえば活荷重のように、比較的頻繁に発生する荷重との組合せでは任意時刻の気温ではなく、日最高・日最低気温等との組合せが合理的であろう。(3) 年最高・年最低気温； 約100年間の年最高・年最低気温の分布を図-3に示す。分布形状は、正規分布あるいは極値I型分布に良く適合している。また、分布のばらつきは両者ともに約1℃であり非常に小さく、設計荷重としての温度荷重を見積るにあたっては、大阪地域では約38℃～40℃を確定的に考えて良いものと思われる。温度荷重のばらつきは、むしろ気温と構造物温度との相関関係に着目すべきであろう。

表-1 統計分析に用いたデータの概要

項 目	期 間
3時間毎気温	1年間, 1984 (3時, 6時, ..., 24時)
日最高・日最低気温	18年間, 1966～1983
年最高・年最低気温	101年間, 1883～1983

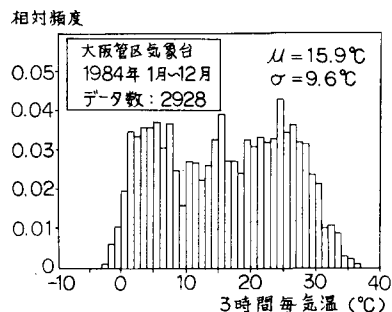


図-1 任意時刻の気温の頻度分布

3. 気温と構造物温度の相関分析

構造物温度に影響する要 相対頻度

因は、自然環境による外的要因(気温, 湿度, 天候, 日射量, 風等)と構造物自体の持つ内的要因(構造材料, 表面塗装, 構造物の大きさ等)とに大別される。したがって、気温と構造物温度との相関関係を把握す

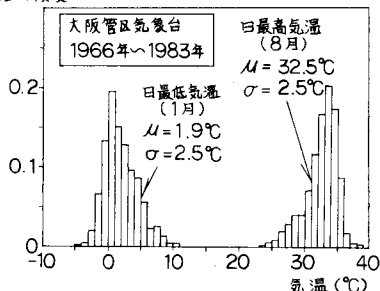


図-2 日最高・日最低気温の頻度分布

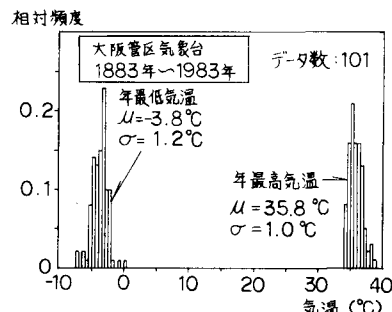


図-3 年最高・年最低気温の頻度分布

るにはこれらの要因を網羅した広範な観測が必要となるが、これまでこのような計測は見られない。現在、約1年間の予定で、阪神高速道路の代表的な鋼製ラーメン橋脚において気温と構造物温度の観測を実施中であるが、これは各要因の中でも支配的と思われる日射の有無と橋脚各部位における気温と構造物温度との相関を調査するものである。ここでは、まず既存の温度測定データを用いて気温と構造物温度との相関分析を行ない、構造物温度の推定について検討した。用いたデータは、約半年間(2月～8月)にわたって斜張橋の鋼製主塔で計測され

た1時間毎の気温と構造物温度に関するものである。図-4に1時間毎の同一時刻における気温と構造物温度との相関を示す。実線は回帰直線であり、両者の間には比較的高い相関性が見られる。図-5、図-6にそれぞれ日最高・日最低気温と日最高・日最低構造物温度との相関を示す。両者とも相関性は非常に高いが、日最高の場合(図-5)には比較的低い相関性が見られる。

4. 構造物温度の推定

上記で得られた相関関係を基に、気温の分布から構造物温度の推定を行なった。推定方法の概略を図-7に示す。気温の分布を $f(t)$ とし、気温と構造物温度との相関関係の分布を $g(t)$ とする。 $f(t)$ と $g(t)$ とは近似的に独立であると考えられ、したがってこれから構造物温度の分布 $h(t)$ は次式に示すたみ込み積分によって求められる。

$$h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t-y) \cdot g(y) dy$$

構造物の年最高・年最低温度は、図-3と図-5、図-6により求め、任意の時刻における構造物温度は、図-1と図-4により求めることとした。結果を図-8に示す。なお観測された構造物温度の分布と上式によって推定した構造物温度の分布とが比較的良好一致を示すことを別途確認している。

5. あとがき

本調査は、阪神高速道路公団設計荷重委員会作業部会(主査: 亀田弘行京都大学助教授)の中で行われた。関係いただいた各位に深謝の意を表します。また、貴重なデータをお貸しいただいた名港西大橋工事事務所の方々に深く感謝いたします。

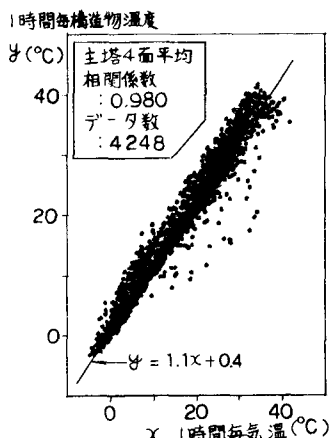


図-4 1時間毎気温と1時間毎構造物温度との相関関係

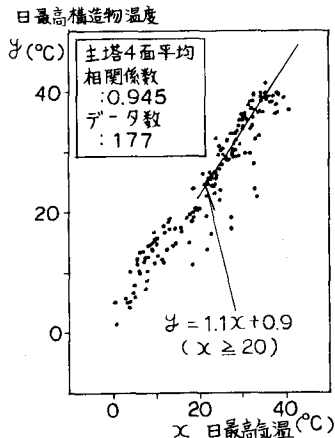


図-5 日最高気温と日最高構造物温度との相関関係

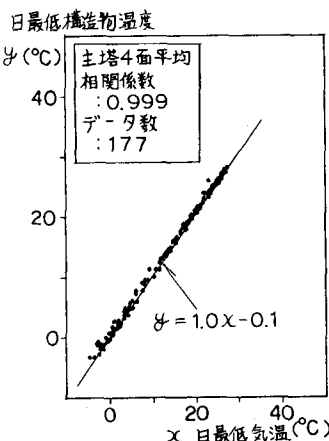


図-6 日最低気温と日最低構造物温度との相関関係

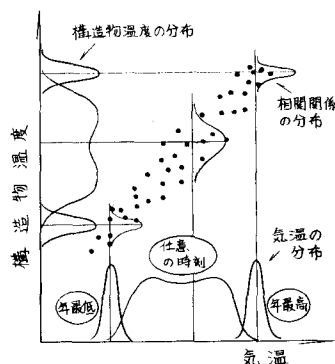


図-7 構造物温度の推定方法

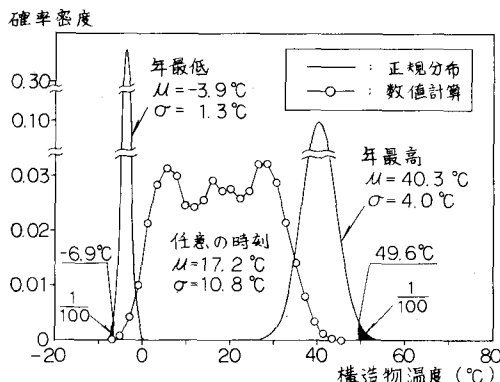


図-8 推定された構造物温度の分布