

東北大学工学部 正員 後藤幸正 杉山嘉徳

東北工業大学工学部 正員 外門正直 畠山昭三

1. まえがき

寒冷地においては、凍結融解作用をうけて耐久性のそこなわれたコンクリート構造物は極めて数多く見られるが、凍害発生状況についての詳しい調査が行なわれず、実際の構造物の凍害に関する研究も少なく、凍害発生の原因、凍害を防止する経済的で適確な方法について十分明らかにされていない。

コンクリート構造物の凍害には、構造物の置かれた環境、使用材料の品質、コンクリートの配合、ひびわれ発生状況などが複雑に関係していると考えられる。そこで、筆者らは、実際のコンクリート構造物について凍害発生状況を調べ、その調査結果をもとに供試体を用いた種々の実験を行ない、凍害発生の原因、凍害防止の具体的な方策を検討している。

2. 凍害調査結果

東北地方のコンクリート構造物について凍害発生状況を調査した結果、橋梁の上・下部工、護岸構造物、擁壁、道路構造物などに極めて多くの凍害が認められた。凍害発生の典型的な例を写真一1、2、3に示した。写真一1は、岩手県内陸部で、南西に面して日当りのよい擁壁において、水抜き孔から出てくる水によって水抜き孔の下部分が凍害をうけ、コンクリートが崩壊に剥落している状況を示すものである。写真一2は、岩手県内陸部における道路のL型側溝の被害状況を示したものである。L型側溝の上部の法面は南に面していて、この法面を融雪水が流下しコンクリートを濡らすため凍害をうけたものである。それに反して、道路の南側で北に面している部分には凍害が発生していない。以上の2例は、いずれも冬期に晴天の多い地域におけるものである。写真一3は、三陸沿岸の河口に近い河川橋梁の橋脚水際部の被害状況を示すものである。この部分は、潮の干満の影響をうけ、1日に2回、水中に没したり空中に露出したりする部分である。

コンクリートの凍害には、骨材の品質、水セメント

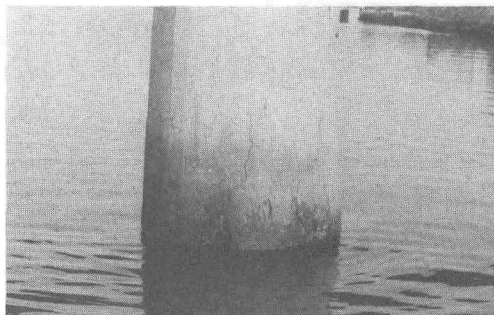
写真 - 1



写真 - 2



写真 - 3



比、空気量、などが大きな影響をおよぼすことが知られているが、これまでに調査した凍害をうけた構造物に関して、施工記録に残されているものが少なく、これらの要因と凍害との関係を十分明らかにすることができなかった。

構造物の置かれた環境と凍害との関係について調査した結果を要約すれば次のようである。

1. 冬期に晴天の日が多く、積雪が適度にある寒冷地には凍害が多く発生し、曇天の日が多く、積雪が多く根雪となる地域では凍害の発生が比較的少ない。
2. 河海構造物のように、水に接しているものには凍害が多く、特に、潮の干満の影響で水中に没したり空中に露出したりという繰返し回数の多い部分では被害の程度が著しい。
3. 構造物の南面および西面する部分で、日陰とならない部分には凍害の発生が多く、北面および東面する部分や日陰となる部分には凍害の発生が極めて少ない。

これまでの調査結果より、コンクリート構造物に凍害の発生する必要条件の内、主として環境に関するものを挙げると次のようなものである。

1. コンクリートに水が供給され、浸み込むこと（融雪水、湧水、海水、川水など）
2. コンクリート中に浸み込んだ水が凍ること（気温の低下、風など）
3. コンクリート中に凍った水が融けること（日照、暖房、水没、気温の上昇など）
4. 凍結融解の繰返し回数が多いこと（コンクリート温度の零度付近での日差が大きいこと、例えば、潮の干満の影響をうけること、晴天の日が多いことなど）

したがって、寒冷地においてコンクリート構造物を建造する場合には、その構造物の環境条件として、上述の4条件のうち少なくとも一つが満たされないようにすれば、凍害を防ぐことができると考えられる。また、上述の4条件がすべて満たされる場合には、使用材料の品質、配合その他の点について十分考慮する必要があると考えられる。

3. コンクリート温度の測定結果

コンクリート構造物の露出面に近い部分の温度が冬期にどのように変化するかを調べるため、図-1に示すようなコンクリート供試体を作製し、屋外に設置し、コンクリート中の温度を熱電対温度計を用いて測定した。

図-2は、実験結果の例として、盛岡付近における測定結果を示したものである。図-2より明らかのように、コンクリートの表面付近の温度は

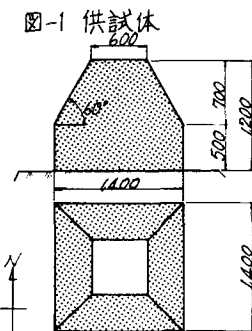


図-2 コンクリート温度測定結果の例（鉛直面、表面下1cmの点の測定結果）

日照の影響を極めて大きく受け、南面あるいは西面する部分の温度は、気温が零度に近い場合でも、日光の輻射熱によりかなり高くなることがわかる。なお、水平面は、晴天の日の中でも、南面あるいは西面する鉛直面や60°傾いた面より温度が低く、冬期におけるコンクリート温度の日差が小さい。

