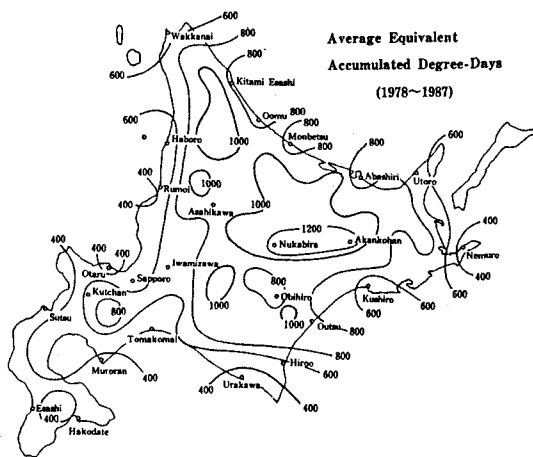


北海道開発局	正会員	新山 惇
北海道開発局	正会員	高橋陽一
北海道開発技術センター	正会員	原 文宏
北海道大学工学部	正会員	佐伯 浩

北海道では、冬期間ほとんどの河川が結氷する。この河川に建設される道路橋や鉄道橋の設計に際しては、氷が橋梁に及ぼす種々の氷力やその他の影響因子はほとんど考慮されていないのが現状である。その大きな理由の一つには、日本の橋梁の設計示方書では、氷力を含めた氷と橋梁間の種々の相互作用については全くふれられていないためである。本研究は、北海道内の道路橋の氷盤移動による被害状況を調査した結果の一部をまとめたもので、特に氷盤移動による橋脚 Nose の摩耗と、その摩耗対策としての補修工法について述べるものである。

北海道の大きな河川は延長 200km程度と北米大陸やソ連の河川に比べて短い。しかしその上流部と河口部の高度差は 600m以上あり、上流部は積算寒度が $1000 \sim 2000^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$ で、河口部は $400 \sim 800^{\circ}\text{C} \cdot \text{days}$ である。そのためほとんどの河川は上流側から結氷が始まり、下流側から融解が始まるため、北米大陸の河川で発生する Ice Jam はほとんど起こらないのが実状である。木橋が建設された時代には、氷盤移動による橋脚に作業する氷力によって橋梁そのものが倒壊した例もあったが、鋼あるいはコンクリート製の橋梁になってからはそのように氷力による橋脚や上部工の被害は皆無である。この理由は、地震力を充分に考慮した設計になっているためである。そのため北海道



における橋梁の水盤の移動による主たる被害は、コンクリート製橋脚の水盤移動による摩耗である。

- 1) 北海道の道路橋の橋脚の断面形状は Nose は半円形のものが大部分で、摩耗位置は氷盤移動時の水位に相当する部分である。
- 2) 摩耗量は半円形 Nose の上流側の先端部が最も激しく、次に流れた平行な側壁部分である。
- 3) 最大摩耗量は 1.0～5.0mm/年であり、氷盤の移動距離が大きく、氷厚の大きい所程、摩耗速度 (mm/km-氷盤 1 kmの移動に対する平均摩耗量mm)
- 4) 凍結融解作用によるコンクリート製橋脚の表面劣化、剝離は見られない。
- 5) 補修前は最大摩耗量が10cmを越え、鉄筋が露出したものもあった。

図2に被害状況の典型的な例を示す。

3. 摩耗した橋脚の補修の現状

摩耗の激しい橋脚の Nose の補修工法としては主に以下に示す四つの対策がとられている。

- 1) 摩耗した部分とその近傍のコンクリート部分を厚さ10cm程度ハツリ、新たに厚さ30~40cm程度のコンクリートを打設する。
- 2) 摩耗した部分とその近傍のコンクリート部分を厚さ10cm程度ハツリ、新たに20cm程度のコンクリートを打設するとともに、摩耗の激しい Nose 部分に半円形の鋼板を張りつける。
- 3) 摩耗の激しい部分とその近傍のコンクリート表面をハツリ、橋脚の Nose 部分に厚さ30cmの石材を張りつける。
- 4) 半円形 Nose の摩耗の激しい部分をハツリさらに楔型断面を持つように新たにコンクリートを打設するとともに Nose 部分を鋼板で被覆する。その模式図を図3に示す。

補修工事は水中部分もあるので、補修費用は高額なものとなる。よって今後は橋脚の摩耗量を推定し、それに対応した橋脚の断面形状と表面被覆材料の選択が望まれるとともに寒冷地橋梁を対象とした設計基準の作成が望まれる。

4. 結論

現在、氷盤の移動による種々の材料の摩耗速度に関する系統的研究が伊藤等や加藤等により活発になされている。種々の材料の氷盤移動による摩耗速度への主要な影響因子は、氷温、接触圧（橋脚 Nose 部に作用する氷圧力）それに水中に含まれる固形粒子（砂等）の平均粒径と濃度である。それら諸量が与えられると各橋脚表面材料の摩耗速度が求められ、水位変化と氷盤の水平方向移動距離から摩耗量の分布が推定される。その摩耗量と、橋脚の耐用年から橋脚 Nose 部のコンクリート被覆厚さや、鋼板の厚さ、あるいは摩耗を低下させる合成材料（ポリエチレン、ポリウレタン等）の厚さを適格に決定すべきである。

参考文献

- Itou et al : Concrtile Abrasion due to Movement of Ice included fine sands, Proc. of Ocean Development, JSCE, Vol. 6, 1990.
- Kato et al : Durability of Coated Steel in Sea Ice Regions, Proc. of Offshone Mechanics and Arctic Engineering Vol. 3, 1988.

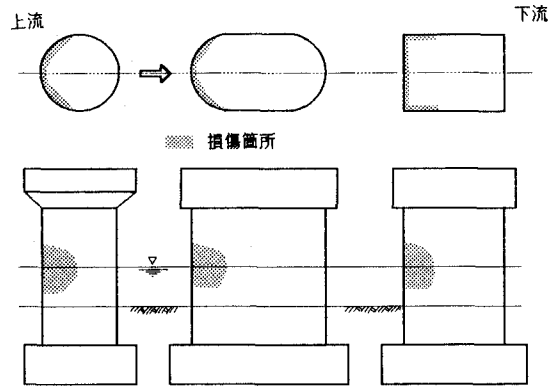


図2 被害状況の例

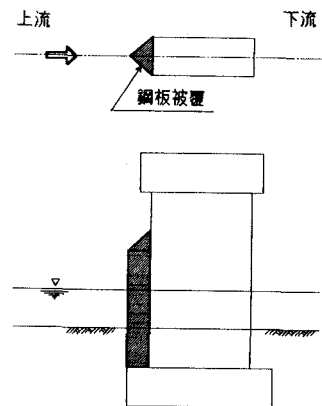


図3 補修例の模式図