

1. まえがき

北陸自動車道 上越～朝日間は、ほぼ海岸線に平行した路線となっており海岸線からの距離は0～約3kmの範囲にある。またほとんどの区間が直接日本海を見通せる位置にあり、冬季の季節風等による潮風の影響を受ける。潮風に伴う海塩粒子は、鋼橋における塗膜劣化、コンクリート橋における鋼材の腐食といった塩害の要因となる。従って橋梁計画にあたっては、将来の維持管理を加味した対応を実施しておく必要がある。ここでは海岸部における橋梁計画にあたって実施した調査の結果及び塩害対策基本方針(案)の概要について報告する。

2. 気象環境特性

2-1 年平均湿度の分布(図-1参照)

北陸自動車道沿線の年平均湿度は72%～79%であり、東京での値63%と比較すると非常に湿度の高い地域である。また鋼材の暴露試験により、腐食量が湿度の影響を大きく受けることが確認されていることより、北陸自動車道は鋼橋の塗膜劣化にとって非常に厳しい環境であると言える。

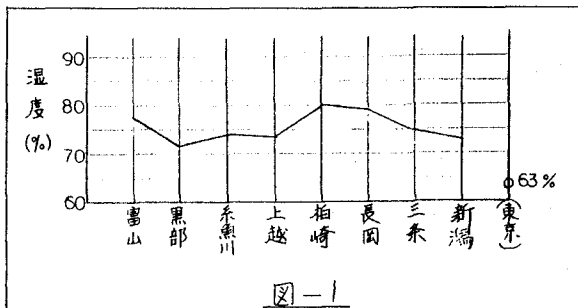


図-1

2-2 飛沫塩分量の分布(図-2参照)

飛沫は波によって発生し、その発生量及び運搬量は、海岸線の状況、風向、風速、地形や地物の状況等に支配される。飛沫塩分量は当然ながら海岸線付近で大きく発生しており、距離が離れるに従って小さくなる傾向にある。また海岸線からの距離が離れても大きい飛沫量を示す地点には、①河川等を含む開折谷地形である。②海岸に岩礁やテトラポッドがある。という共通点があることがわかった。

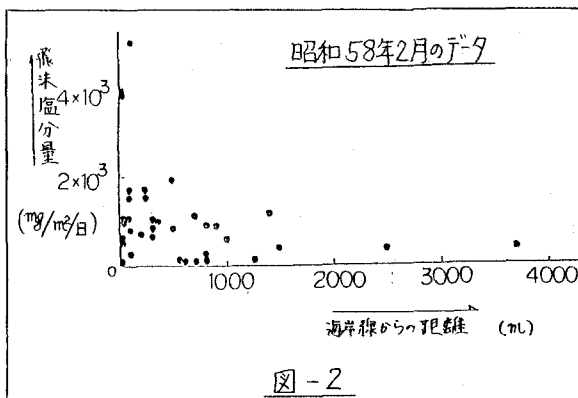


図-2

3. 既設海岸構造物の劣化状況調査

3-1 鋼橋(鋼桁付着塩分量調査、亜鉛メッキ橋追跡調査を実施)

全般的に海岸部の鋼橋塗装の劣化状況ははげしく、桁の付着塩分量調査では海岸線に近い橋梁を中心に、下フランジ上面やウェブにおいて1000mg/cm²をこす付着塩分が測定された。また海岸線から150mの位置にある亜鉛メッキ橋(昭和49年施工)の追跡調査結果(昭和58年)では、約9年間の亜鉛皮膜厚の減少量は約14μmであり、メッキ当時膜厚に比べ約13%程度の減少量にとどまっており、桁の外観状況も良好であった。

3-2 コンクリート橋(塩分含有量調査を実施)

海岸沿いのコンクリート橋の中には塩害による損傷を受けている橋梁が数多くあり、型式別ではスラブ橋、箱桁橋に比べてT桁橋が主に損傷状況が大きい傾向である。コンクリート中の塩分含有量調査結果(図-3)より、①調査橋梁は潮風などの外的要因によってかなり多量の塩分がコンクリート内部に浸透蓄積している。②塩分含有量は海岸からの距離が長くなれば少なくなり、経過年数が増せば多くなる傾向にある。等のことがわかった。

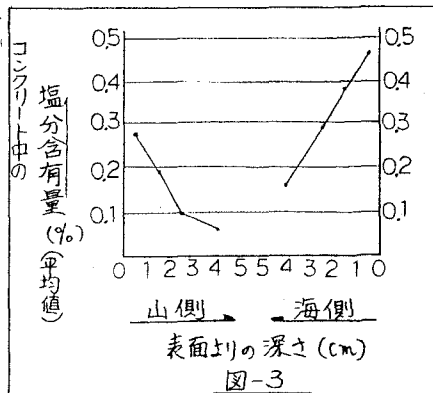


図-3

4. 海岸部における橋梁計画 = 塩害対策基本方針(案) =

橋梁計画は、現地条件、経済性、工程、維持管理等を総合的に判断して行うが、各調査の結果等をふまえ海岸部の橋梁については基本的に次項に示す点に留意し計画及び設計を行うこととする。

4-1 塩害対策の対象範囲

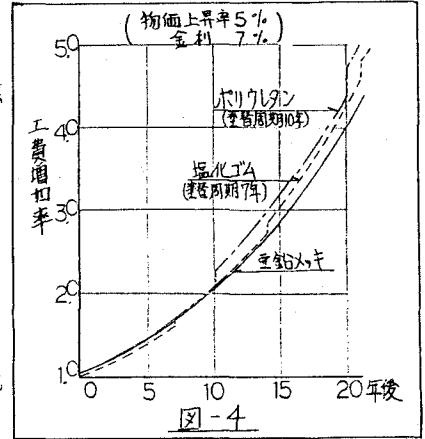
既設構造物の劣化状況、飛沫塩分量調査等の結果より、海岸からの距離が300m以内の橋梁あるいは架橋位置が開折谷地形、海岸に岩礁等がある場合には海岸からの距離が500m程度以内の橋梁については塩害対策を施すこととする。

4-2 塩害対策方法

(1) 鋼橋

鋼橋の防食は亜鉛メッキ防食を原則とする。

鋼橋における塩害対策方法としては、①海岸部に施工された亜鉛メッキ橋梁の経過状況が良好であること。②重防食を含めた各防食の比較検討の結果(図-4参照)維持管理も含めて考えた場合亜鉛メッキ防食が経済的であること。により亜鉛メッキ防食を採用することとした。



(2) コンクリート橋

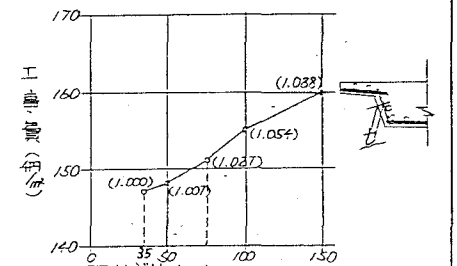
①コンクリート橋のけた型式は、原則として穴あきスラブ、箱桁橋を採用する。

②防食方法はかぶり増で対処することを原則とし、海上部で直接波しぶきの影響を受ける場合にはライニング等の併用を検討する。

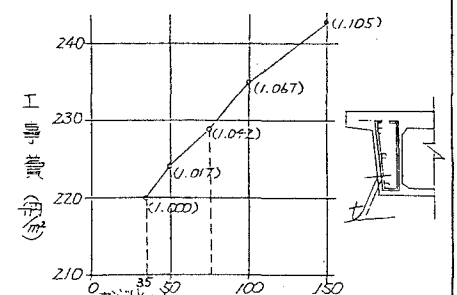
既設コンクリート構造物劣化状況調査より、穴あきスラブ、箱桁橋の塩害が少ない傾向にあること、また穴あきスラブ、箱桁橋は、①コンクリートの打込み、締固めが容易である。②表面積が小さいため潮風の影響を受ける面積も小さく維持管理性に優れる。ことよりけた型式は穴あきスラブ、箱桁橋を採用することとした。

また設計上考慮する第1種防食としては、かぶりに着目しPC中空床版、PC箱桁を対象に、かぶり変化に対して部材厚で対処した場合の純かぶりと工費の関係(図-5参照)から、かぶり増に伴う工費UP率は、PC中空床版 $t=50\text{mm}$ で0.7%、 $t=75\text{mm}$ で2.7%、PC箱桁 $t=50\text{mm}$ で1.7%、 $t=75\text{mm}$ で4.2%となる。従って外部からの浸透塩を遮断する方法として、かぶり増はわずかな工費増で対処できるため、かぶり増で対処することを原則とした。また第2種防食として、亜鉛メッキ鉄筋、樹脂塗装鉄筋を用いた防食法、コンクリート表面塗装による防食法等があるが、全鉄筋を亜鉛メッキあるいは樹脂塗装した場合の工費UP率は約5~7%、またエポキシ樹脂等のコンクリート表面塗装を行った場合の工費UP率はライニング材の種類により約4~13%となる。従って第2種防食による対策は比較的工費増が大きくなること等により、直接波しぶきを受ける部材等で鋼材のかぶり増のみの対策では不十分であると考えられる時に併用することとした。

図-5 PC中空床版橋(30mスパン)



PC箱桁橋(60mスパン)



(注) ()内の値はかぶり35mmを基本とした比率を示す。