

## 第4章 下部構造における塩害対策の検討

この章では、第2章で整理した今回（第3回塩害調査）の塩害実態データ（橋梁定期点検（近接目視）結果）を用いて、国総研資料 No.55 と同様の方法により、塩害の地域区分別に、下部構造の塩害対策について検討を行った。

### 4.1 今回(第3回塩害調査)の塩害実態データによる塩害対策の検討

塩害の影響が懸念される地域に建設される下部構造の鉄筋コンクリート部材は、その地域の環境、飛来する塩分、コンクリート中への塩分の浸透性、コンクリートの品質、部材の形状等を考慮し、設計上の目標期間において、鉄筋位置における塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界濃度以下となることを照査することにより、塩害に対する耐久性の検討を行うことができる。（中略）。なお、ここに規定する塩害とは、波しぶきや潮風によってコンクリート表面に塩分が付着し、これが浸透して内部の鉄筋が腐食する現象を対象とするものである。【道路橋示方書IV下部構造編(H14)より】

そこで、この章では、国総研資料 No.55 と同様の方法を用いて、地域区分別に、供用年数と海岸線からの距離との関係において、鋼材位置における塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界濃度となるように各種パラメータを設定した理論曲線(フィックの拡散方程式)と、第2章で整理した今回の塩害実態データ(橋梁定期点検(近接目視)結果)とを比較することによって、今回の塩害実態データと塩害被害の有無の関係が矛盾しない理論曲線(フィックの拡散方程式)を求め、その理論曲線(フィックの拡散方程式)により海岸線からの距離に対する必要かぶりを算出した。さらに、この必要かぶりを、既存の塩害対策と対比することにより、対策の見直しの必要性についても検討を行った。

但し、いずれの категория にあっても、塩害の実態データ数が限られるとともに、そのデータの分布が大きくばらついているため、理論曲線(フィックの拡散方程式)による<sup>しきいち</sup>閾値の評価には精度上の限界があることに注意が必要である。

なお、地域区分Aについては塩害実態データが入手できなかったことから、今回は地域区分B・Cのみを検討の対象とした。

#### 4.1.1 理論曲線（フィックの拡散方程式）の設定から必要かぶり算出までの方法

3.1.1 図-3.1に、国総研資料No.55に示された理論曲線（フィックの拡散方程式）の設定から必要かぶりを算出するまでのフローを示す。

#### 4.1.2 理論曲線(フィックの拡散方程式)および各種パラメータの設定

国総研資料No.55に示されたフィックの拡散方程式および各種パラメータの設定を以下に示す。

(1)フィックの拡散方程式 ※3.1.2の設定と同じ

$$C(x, t) = C_0 \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left( \frac{x}{2\sqrt{D_c \cdot t}} \right) \right\} < C_{\text{lim}} - C_{\text{init}}$$

$C(x, t)$  : 時間 $t$ (sec)経過した時点でのかぶり $x$ (cm)の位置での塩化物イオン量(kg/m<sup>3</sup>)

$D_c$  : 拡散係数(cm<sup>2</sup>/sec)

$C_0$  : コンクリート表面における塩化物イオン量(kg/m<sup>3</sup>)

$$C_0 = 1.2 \times C_{\text{air}}^{0.4} \quad (\text{NaCl換算の場合})$$

$$C_{\text{air}} = C_1 \times d^{-0.6} \quad : \text{飛来塩分量(mdd)} \quad (\text{mdd} = \text{mg}/\text{dm}^2/\text{day})$$

$\operatorname{erf}(x)$  : 誤差関数

$C_{\text{lim}}$  : 腐食発生限界塩化物イオン量(kg/m<sup>3</sup>) = 1.2kg/m<sup>3</sup>

$C_{\text{init}}$  : コンクリート中の初期塩化物イオン量(kg/m<sup>3</sup>) = 0.3kg/m<sup>3</sup>

(2)拡散係数  $D_c$  ※3.1.2の設定と同じ

高炉セメントは、一般に普通ポルトランドセメントより拡散係数が低いと考えられるので、本検討では、普通ポルトランドセメントの拡散係数を用いることとする。

$$D_c = (5 \times 10^{-7}) \times e^{-1.6(C/W)}$$

ただし、波や波しぶきを頻繁に受ける部材については、別途検討が必要である。

各コンクリート強度における水セメント比  $W/C$ (%)は、以下のように設定する。

$$W/C = 50\% \quad (\sigma_{ck} = 30\text{N}/\text{mm}^2)$$

$$W/C = 60\% \quad (\sigma_{ck} = 21\text{N}/\text{mm}^2)$$

## 参考 コンクリートの設計基準強度の変遷

表-4.1に、鉄筋コンクリートの設計基準強度の変遷を示す。道路橋の下部構造における鉄筋コンクリートの設計基準強度としては、1980年（昭和55年）に「道路橋示方書IV下部構造編」の規定が整備され、最低設計基準強度の規定は現在と同等の21N/mm<sup>2</sup>となっているが、実態としてはその数～10年前から現在と同等としていた可能性は十分に考えられる。

表-4.1 鉄筋コンクリートの設計基準強度の変遷

	示方書等	設計基準強度
1976年 (昭和51年)	建設省制定土木構造物標準設計	標準設計で 21N/mm <sup>2</sup> を採用
1980年 (昭和55年)	道路橋示方書IV下部構造編	最低設計基準強度 21N/mm <sup>2</sup>
1999年 (平成11年)	国土交通省土木構造物設計マニュアル(案)	24N/mm <sup>2</sup> を採用

### (3) コンクリート表面の塩化物イオン量 $C_o$

#### ① 飛来塩分量 ※3.1.2の設定と同じ

$$C_o = 1.2 \cdot C_{air}^{0.4} \quad (\text{NaCl換算の場合})$$

$$C_{air} = C_1 \times d^{-0.6} \quad : \text{飛来塩分量 (mdd)、} \quad mdd = \text{mg/dm}^2/\text{day}$$

$$C_1 : \text{1km換算飛来塩分量 (mdd)}$$

$$d : \text{海岸線からの距離 (km)}$$

ただし、海上や海岸線で0kmの場合は  $d = 0.001\text{km}$  とした。

#### ② 地域区分BおよびCの1km換算飛来塩分量 $C_1$ ※3.1.2の設定と同じ

表-4.2に、地域区分BおよびCの1km換算飛来塩分量  $C_1$  の設定値を示す。

表-4.2 1km換算飛来塩分量  $C_1$  の設定値

	平均 ( $0\sigma$ )	平均 + $1\sigma$
地域区分B	0.92	2.51
地域区分C	0.11	0.44

#### (4) かぶり厚

表-4.3に、道路橋示方書IV下部構造編（H14）：塩害の影響による最小かぶり厚を示す。

今回の検討では、地域区分別のかぶり厚を以下のように設定した。

S地域：I地域＋別途の対策

I地域：90mm

II地域：70mm

III地域：50mm

表-4.3 道路橋示方書IV下部構造編（H14）：塩害の影響による最小かぶり厚（cm）

対策区分	下部構造
	はり、柱、壁
S	9.0(塗装鉄筋、コンクリート塗装、埋設型枠等を併用)
I	9.0
II	7.0
III	5.0

#### (5) 想定する供用年数

設計供用期間：100年

### 参考 技術基準の変遷

道路橋の下部構造に関する技術的な基準は、1964年（昭和39年）に刊行された道路橋下部構造設計指針「くい基礎の設計編」が最初である。それ以前にも相当する技術基準はあるが、計画や荷重などに関する規定が主であり、具体的な設計基準や施工基準は見当たらない。その他に設計の拠り所になったものに土木学会のコンクリート標準示方書があるが、設計・施工は各設計・施工担当者の判断により行っていたのが通常であり、経験を重視した設計が主体であった。

鉄筋コンクリートの設計基準強度は、1965年（昭和40年）に建設省制定土木構造物標準設計が制定されていることもあって実態は明らかでないが、技術基準としては、1980年（昭和55年）に道路橋示方書IV下部構造編の規定が整備され、最低設計基準強度を18N/mm<sup>2</sup>から21N/mm<sup>2</sup>に変更することが規定されている。これは、現在の鉄筋コンクリートの最低設計基準強度と同じである。

構造細目の一つである鉄筋の最小かぶりは、1956年（昭和31年）のコンクリート標準示方書に規定されて以降、1980年（昭和55年）になって道路橋示方書IV下部構造編に規定が整備された。（はり、柱の最小かぶりの変更）

1984年（昭和59年）2月には、「道路橋の塩害対策指針（案）」により、塩害対策区分に属する範囲については最小かぶりを増加することが規定された。

その後、2002年（平成14年）3月改訂の道路橋示方書IV下部構造編により塩害対策区分に該当する範囲のかぶり増分の見直しがなされ、2012年（平成24年）2月の改訂後も同じ値が規定されている。

鉄筋の最小かぶりに関する技術基準の変遷を**表-4.4**に示す。

表-4.4 下部工の鉄筋の最小かぶりに関する技術基準の変遷

	示方書	最小かぶり	塩害対策区分に属する範囲に対する規定
1956年 (昭和31年)	コンクリート標準示方書	はり 25mm 柱 30mm フーチング 70mm	
1967年 (昭和42年)	コンクリート標準示方書	同 上	
1974年 (昭和49年)	コンクリート標準示方書	同 上	
1980年 (昭和55年)	道路橋示方書IV下部構造編	はり 35mm 柱 40mm フーチング 70mm	—
1984年 (昭和59年)	塩害対策指針(案)	同 上	対策区分Ⅰ：梁・柱のかぶり70mm 対策区分Ⅱ：梁・柱のかぶり50mm
2002年 (平成14年)	道路橋示方書IV下部構造編	同 上	対策区分S：梁・柱・壁のかぶり90mm <sup>※</sup> 対策区分Ⅰ：梁・柱・壁のかぶり90mm 対策区分Ⅱ：梁・柱・壁のかぶり70mm 対策区分Ⅲ：梁・柱・壁のかぶり50mm  ※塗装鉄筋,コンクリート塗装,埋設型枠等を併用
2012年 (平成24年)	道路橋示方書IV下部構造編	同 上	同 上

#### 4.1.3 地域区分B（橋台・橋脚）における検討

3.1.1 図-3.1のフローのとおり、地域区分Bの橋台・橋脚における供用年数と海岸線からの距離との関係において、4.1.2で設定した理論曲線（フィックの拡散方程式）と、第2章で整理した今回の塩害実態データ（橋梁定期点検（近接目視）結果）とを比較することによって、今回の塩害実態データと塩害被害の有無の関係が矛盾しない理論曲線（フィックの拡散方程式）を求め、その理論曲線（フィックの拡散方程式）により海岸線からの距離に対する必要かぶりを算出した。さらに、この必要かぶりを、既存の塩害対策と対比することにより、対策の見直しの必要性についても検討を行った。

なお、4.1.2(3)②で設定した1 km換算飛来塩分量には、地域毎にバラツキがあり、また想定した水セメント比、かぶり値にもバラツキが含まれていると考えられることから、理論曲線（フィックの拡散方程式）は、その分を考慮し文献3.1)で示されている1 km換算飛来塩分量の標準偏差 $\sigma$ を用いて、 $0\sigma$ および $+1\sigma$ のときの2つの線を引き、検討を行った。

但し、いずれの категория にあっても、塩害の実態データ数が限られるとともに、そのデータの分布が大きくばらついているため、理論曲線（フィックの拡散方程式）による閾値しきいちの評価には精度上の限界がある、ことに注意が必要である。

(1) 地域区分Bにおける「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係（橋台・橋脚）

理論曲線（フィックの拡散方程式）と今回の塩害実態データ（橋梁定期点検（近接目視）結果）とを比較した結果、図-4.1に示すように、今回の塩害実態データは、設計かぶり 70mm およびコンクリート強度  $\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$  ( $W/C=60\%$ ) の場合、海岸線付近を除き、1 km換算飛来塩分量にバラツキを考慮した理論曲線C1 (+1 $\sigma$ ) によって塩害被害の有無の関係が概ね区分できる結果となっている。また、設計かぶり 90mm およびコンクリート強度  $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$  ( $W/C=50\%$ ) の場合は、主に海岸線付近で、1 km換算飛来塩分量にバラツキを考慮した理論曲線C1 (+1 $\sigma$ ) より下側の地点（供用期間の短い橋）に、塩害被害ありの実態データが見られる。なお、海岸線から 200m の範囲では、塩害被害なしと塩害被害ありの実態データが混在している。

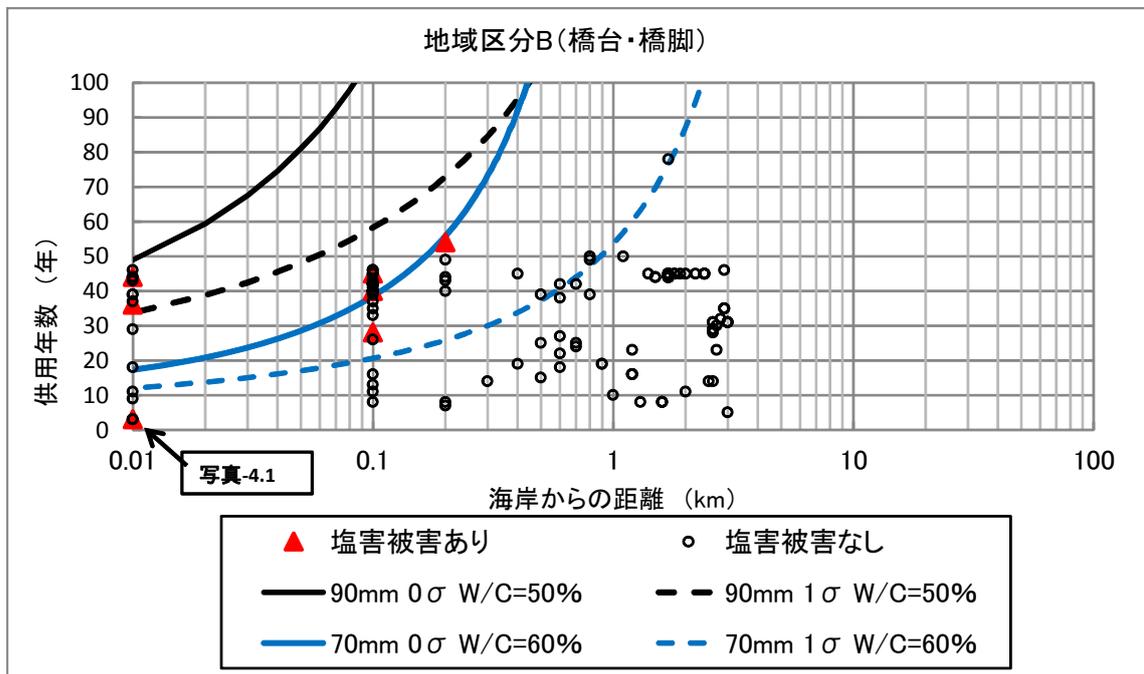


図-4.1 塩害実態データ（今回調査）と理論曲線との関係（橋台・橋脚） ( $C1(0\sigma)=0.92$ 、 $C1(+1\sigma)=2.51$ )

図-4.2、4.3 は、国総研資料 No.55 から、コンクリート強度  $\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$  ( $W/C=60\%$ ) および設計かぶり 70、50、40、35mm の場合の塩害実態データと理論曲線（フィックの拡散方程式）との関係を転載したものである。国総研資料No. 55の塩害実態データは、今回の実態データと概ね近い分布傾向にあり、設計かぶり 70mm の場合、1 km換算飛来塩分量にバラツキを考慮した理論曲線C 1 ( $+1\sigma$ ) によって塩害被害の有無の関係が概ね区分できる結果となっている。なお、海岸線から 300m の範囲では、塩害被害なしと塩害被害ありの実態データが混在している。

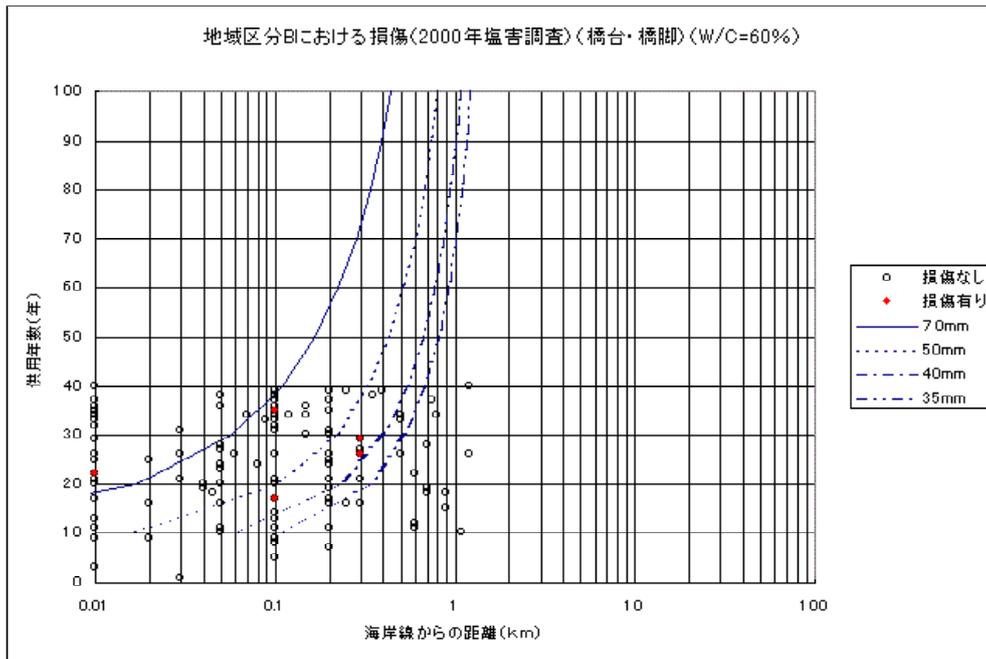


図-4.2 塩害実態データ（国総研資料No. 55）と理論曲線との関係（ $W/C=60\%$ 、 $C1(0\sigma)=0.92$ ）

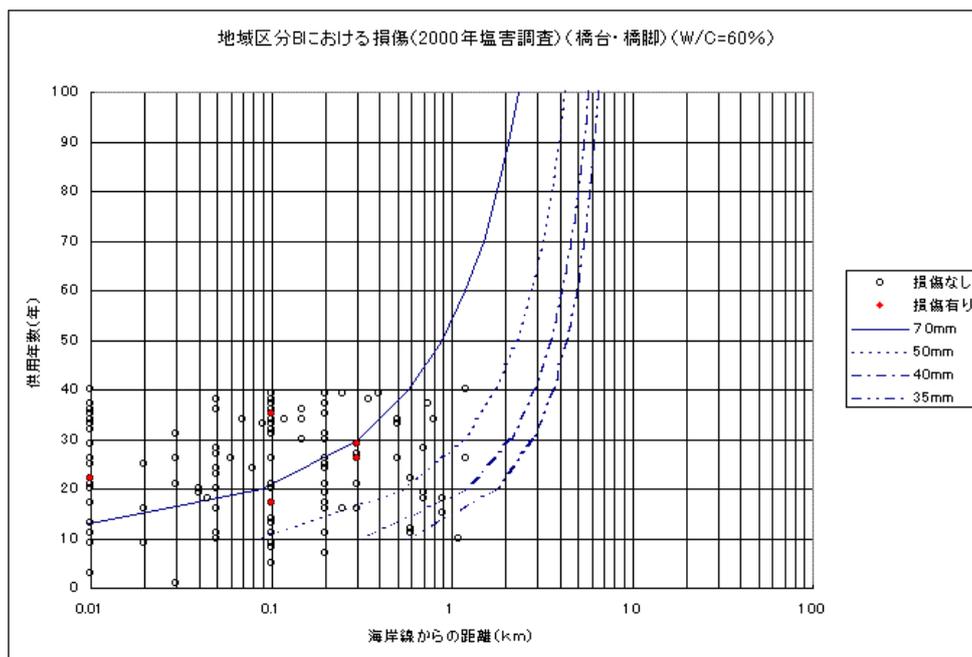


図-4.3 塩害実態データ（国総研資料No. 55）と理論曲線との関係（ $W/C=60\%$ 、 $C1(+1\sigma)=2.51$ ）

図-4.4、4.5 は、国総研資料 No.55 から、コンクリート強度の増加と設計かぶりの増加を行った場合の効果の試算結果を転載したものである。コンクリート強度を  $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$  ( $W/C=50\%$ ) に増加することによって、設計かぶり 90、70、50、40、35mm における各理論曲線が、図-4.2、4.3 で示す同理論曲線や塩害実態データに比べて左側へシフトしている。このことから、水セメント比が減少することによって、コンクリートの密実性が上がり、結果として塩化物イオンが鋼材位置まで到達する時間が延びて塩害に対する耐久性が向上する、という関係が実態としても成立するといえる。

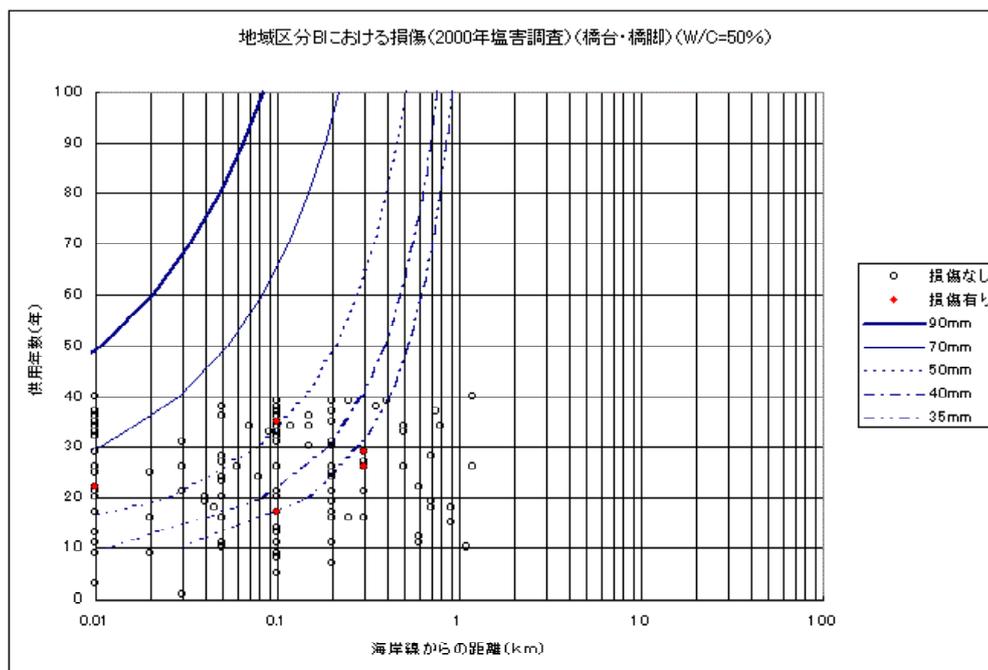


図-4.4 塩害実態データ（国総研資料No. 55）と理論曲線との関係 ( $W/C=50\%$ 、 $C1(0\sigma)=0.92$ )

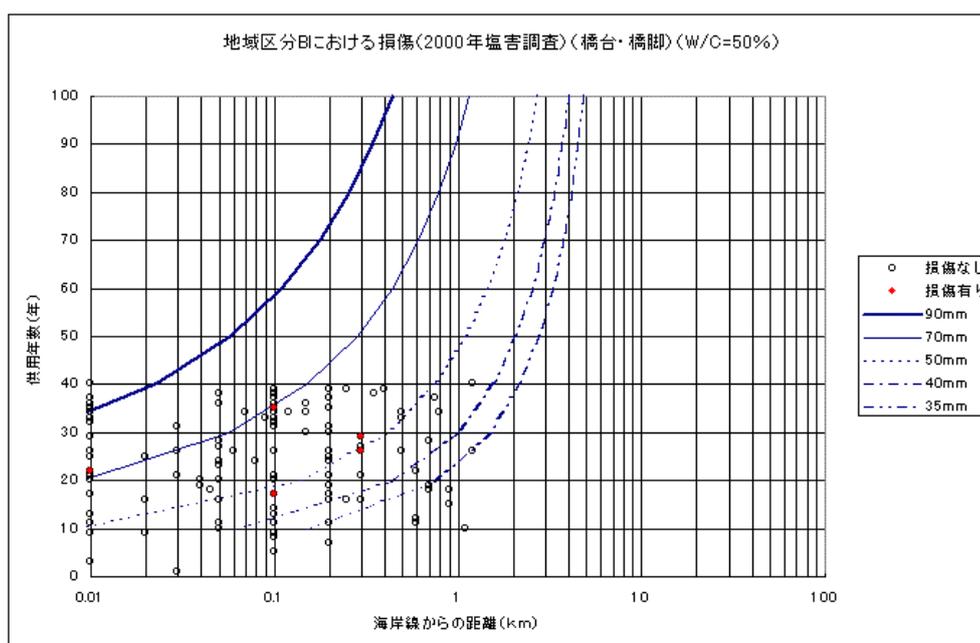


図-4.5 塩害実態データ（国総研資料No. 55）と理論曲線との関係 ( $W/C=50\%$ 、 $C1(+1\sigma)=2.51$ )

## (2) 地域区分B（橋台・橋脚）における「海岸線からの距離」と「必要かぶり」との関係

塩害に対する耐久性は、コンクリート強度が高い（水セメント比が低い）ほど向上することから、ここでは、コンクリート強度を $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ （ $W/C=50\%$ ）とした場合の「海岸線からの距離」と「必要かぶり」との関係を整理した。

(1)の結果から、理論曲線C1（平均値： $0\sigma$ ）と1km換算飛来塩分量にバラツキを考慮した理論曲線C1（ $+1\sigma$ ）の2本の線を用いて、図-4.6に示すように、海岸線からの距離に対する対策区分別の必要かぶり厚を、海岸線からの距離の閾値を同じ（S： $0\sim 0.1\text{km}$ 、I： $0.1\sim 0.3\text{km}$ 、II： $0.3\sim 0.5\text{km}$ 、III： $0.5\sim 0.7\text{km}$ ）とした上で、道路橋示方書（H14）の設定時と同様の考え方で設定すると、道路示方書（H14）の最小かぶり厚を変更する必要があるとまでは言えない結果となった。

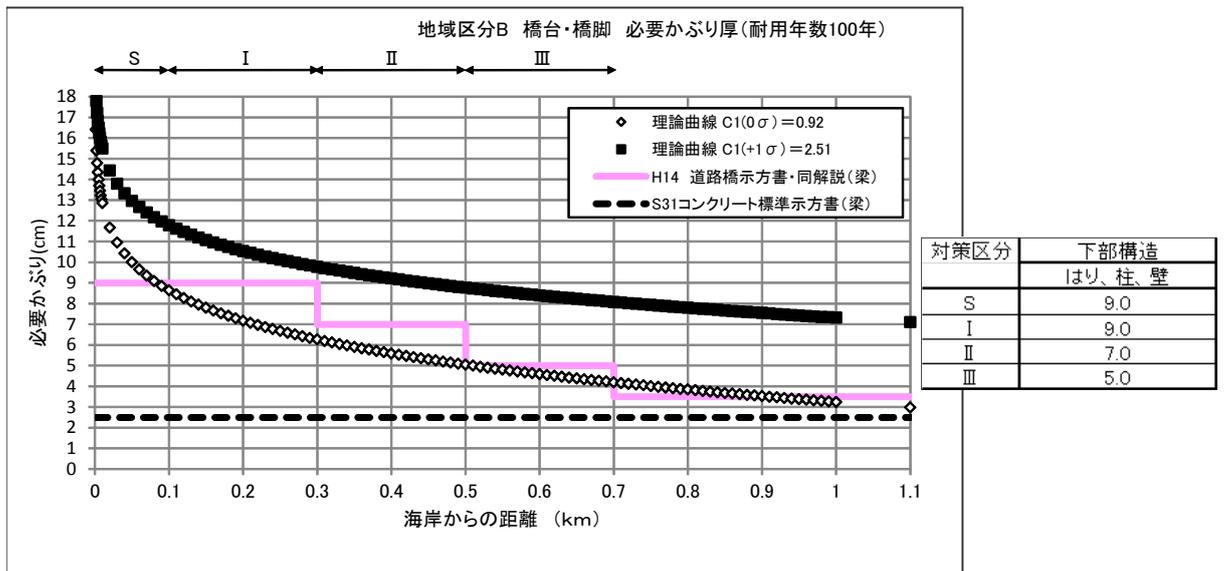


図-4.6（今回調査）地域区分B：「海岸線からの距離」と「必要かぶり」との関係（ $W/C=50\%$ ）

## 参 考

### 塩害による損傷が発生した理論曲線より供用年数が短い下部工（橋脚）の概要

地域区分Bにおいて、理論曲線（フィックの拡散方程式）による評価では塩害に至ると推定される供用年数よりも短い橋（図-4.1に図示）でありながら、塩害による損傷が発生した下部工（橋脚）の概要を以下に示す。

（損傷の概要）コンクリート橋脚のたて壁に、錆汁・遊離石灰が発生している。（写真-4.1）

ただし、橋脚の橋座面から漏水の浸入によって錆汁が発生した可能性も考えられる。

（所在地）東北地方

（竣工年度）2004年度

（上部工形式）3径間連続PC箱桁

（下部工形式）柱式橋脚（小判型）

（塩害地域区分）B－（S）

（海岸線からの距離）0 km



橋脚に錆汁を伴う遊離石灰が発生

写真-4.1 塩害による損傷が発生した理論曲線より供用年数が短い下部工（橋脚）の損傷写真

#### 4.1.4 地域区分C（橋台・橋脚）における検討

3.1.1 図-3.1のフローのとおり、地域区分Bの橋台・橋脚における供用年数と海岸線からの距離との関係において、4.1.2で設定した理論曲線（フィックの拡散方程式）と、第2章で整理した今回の塩害実態データ（橋梁定期点検（近接目視）結果）とを比較することによって、今回の塩害実態データと塩害被害の有無の関係が矛盾しない理論曲線（フィックの拡散方程式）を求め、その理論曲線（フィックの拡散方程式）により海岸線からの距離に対する必要かぶりを算出した。さらに、この必要かぶりを、既存の塩害対策と対比することにより、対策の見直しの必要性についても検討を行った。

なお、4.1.2(3)②で設定した1 km換算飛来塩分量には、地域毎にバラツキがあり、また想定した水セメント比、かぶり値にもバラツキが含まれていると考えられることから、理論曲線（フィックの拡散方程式）は、その分を考慮し文献3.1)で示されている1 km換算飛来塩分量の標準偏差 $\sigma$ を用いて、 $0 \sigma$ および $+1 \sigma$ のときの2つの線を引き、検討を行った。

但し、いずれの категория にあっても、塩害の実態データ数が限られるとともに、そのデータの分布が大きくばらついているため、理論曲線（フィックの拡散方程式）による閾値しきいちの評価には精度上の限界がある、ことに注意が必要である。

(1) 地域区分Cにおける「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係（橋台・橋脚）

理論曲線（フィックの拡散方程式）と今回の塩害実態データ（橋梁定期点検（近接目視）結果）とを比較した結果、図-4.7に示すように、今回の実態データは、設計かぶり 70mm およびコンクリート強度  $\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$  ( $W/C=60\%$ ) の場合、少なくとも海岸線から 100m の範囲（対策区分S、I、II）では、1 km換算飛来塩分量にバラツキを考慮した理論曲線C1 (+1 $\sigma$ ) によって塩害被害の有無の関係が概ね区分できる結果となっている。また、設計かぶり 90mm およびコンクリート強度  $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$  ( $W/C=50\%$ ) の場合は、主に海岸線付近で、1 km換算飛来塩分量にバラツキを考慮した理論曲線C1 (+1 $\sigma$ ) より下側の地点（供用期間の短い橋）に、塩害被害ありの実態データが見られる。なお、海岸線から約 1 km の範囲では、塩害被害なしと塩害被害ありの実態データが混在している。

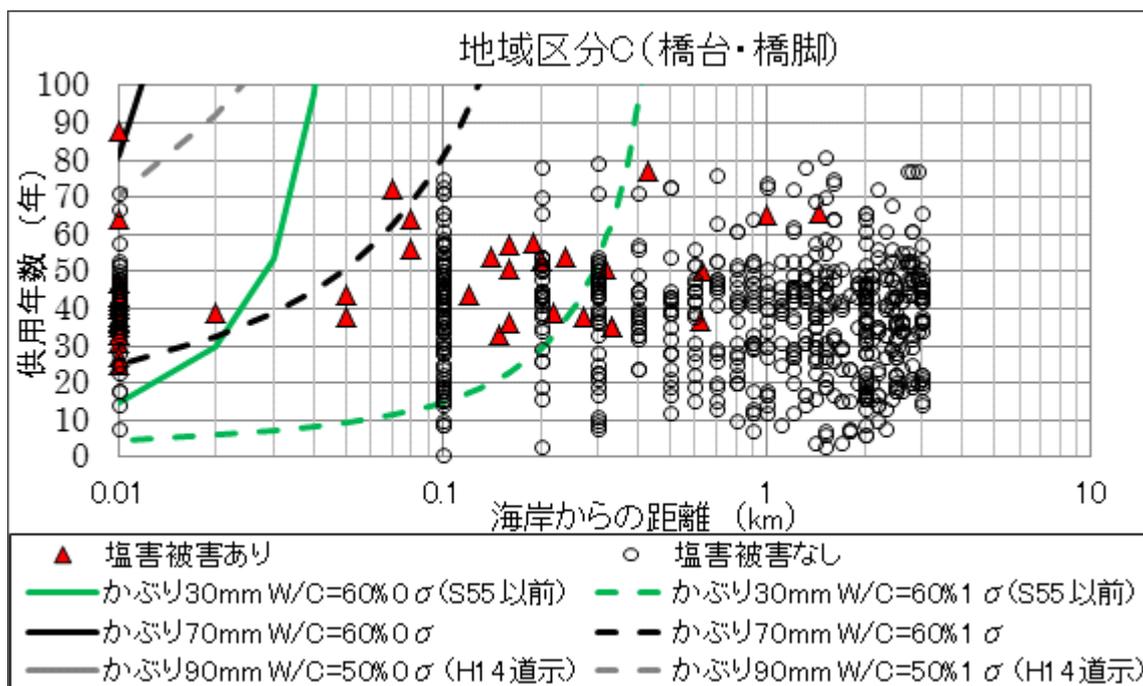


図-4.7 塩害実態データ（今回調査）と理論曲線との関係（橋台・橋脚）(C1(0 $\sigma$ )=0.11、C1(+1 $\sigma$ )=0.44)

図-4.8、4.9 は、国総研資料 No.55 から、コンクリート強度  $\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$  ( $W/C=60\%$ ) および設計かぶり 70、50、40、35mm の場合の塩害実態データと理論曲線（フィックの拡散方程式）との関係を転載したものである。国総研資料No. 55の塩害実態データは、今回の実態データと概ね近い分布傾向にあり、設計かぶり 70mm の場合、少なくとも海岸線から 100m の範囲（対策区分 S、I、II）では、1 km換算飛来塩分量にバラツキを考慮した理論曲線 C 1 (+1  $\sigma$ ) によって塩害被害の有無の関係が概ね区分できる結果となっている。なお、海岸線から 400m の範囲では、塩害被害なしと塩害被害ありの実態データが混在している。

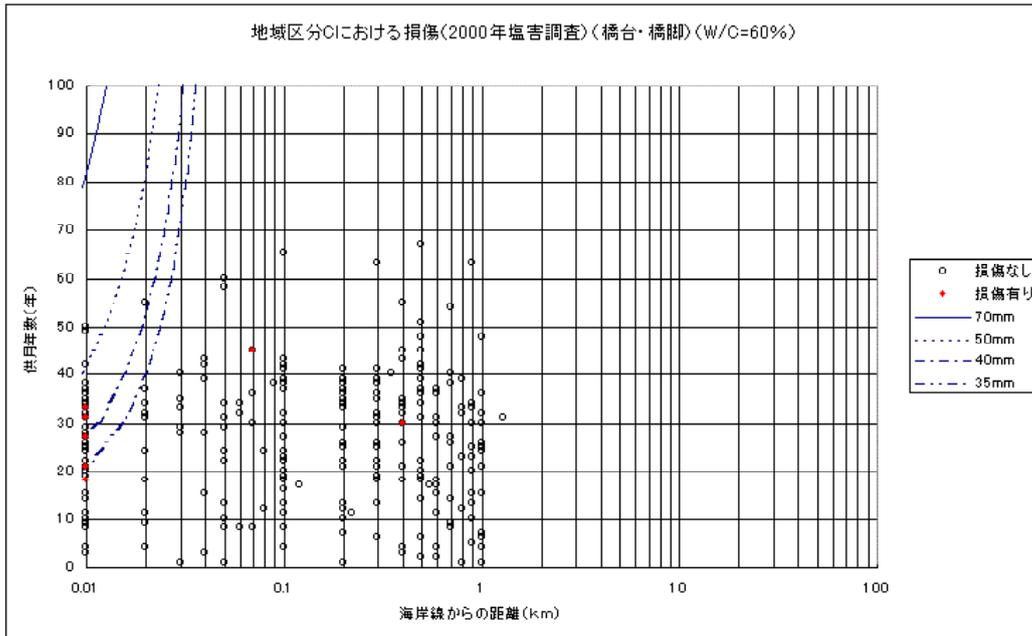


図-4.8 塩害実態データ（国総研資料No. 55）と理論曲線との関係（ $W/C=60\%$ 、 $C1(0\sigma)=0.92$ ）

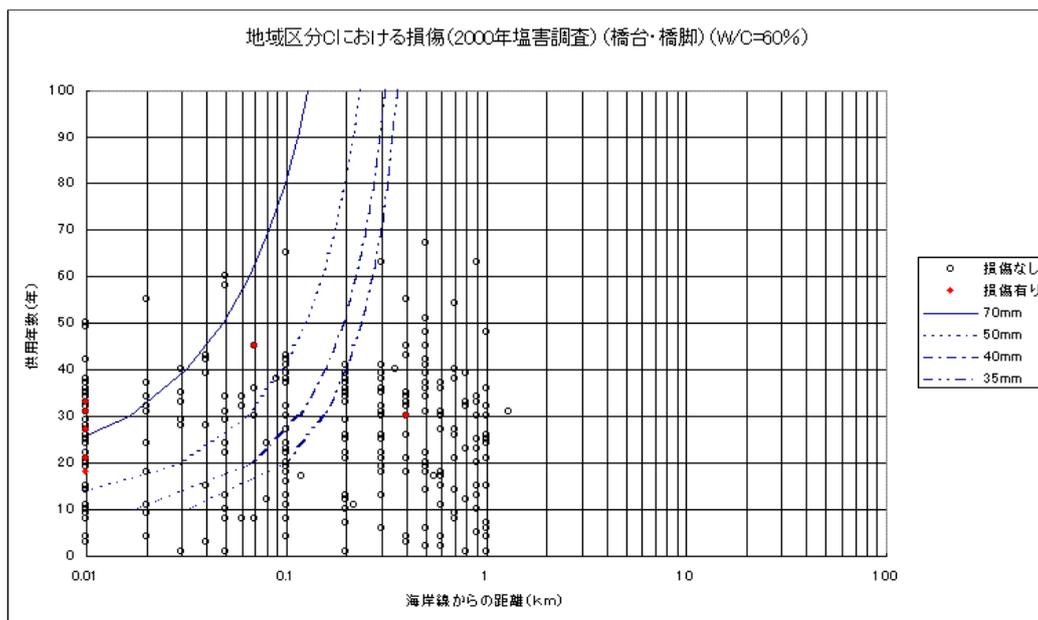


図-4.9 塩害実態データ（国総研資料No. 55）と理論曲線との関係（ $W/C=60\%$ 、 $C1(+1\sigma)=2.51$ ）

図-4.10、4.11 は、国総研資料 No.55 から、コンクリート強度の増加と設計かぶりの増加を行った場合の効果の試算結果を転載したものである。コンクリート強度を  $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$  ( $W/C=50\%$ ) に増加することによって、設計かぶり 90、70、50、40、35mm における各理論曲線 C 1 ( $0\sigma$ ) が、図-4.8、4.9 で示す同理論曲線や塩害実態データに比べて左側へシフトしている。このことから、水セメント比が減少することによって、コンクリートの密実性が上がり、結果として塩化物イオンが鋼材位置まで到達する時間が延びて塩害に対する耐久性が向上する、という関係が実態としても成立するといえる。

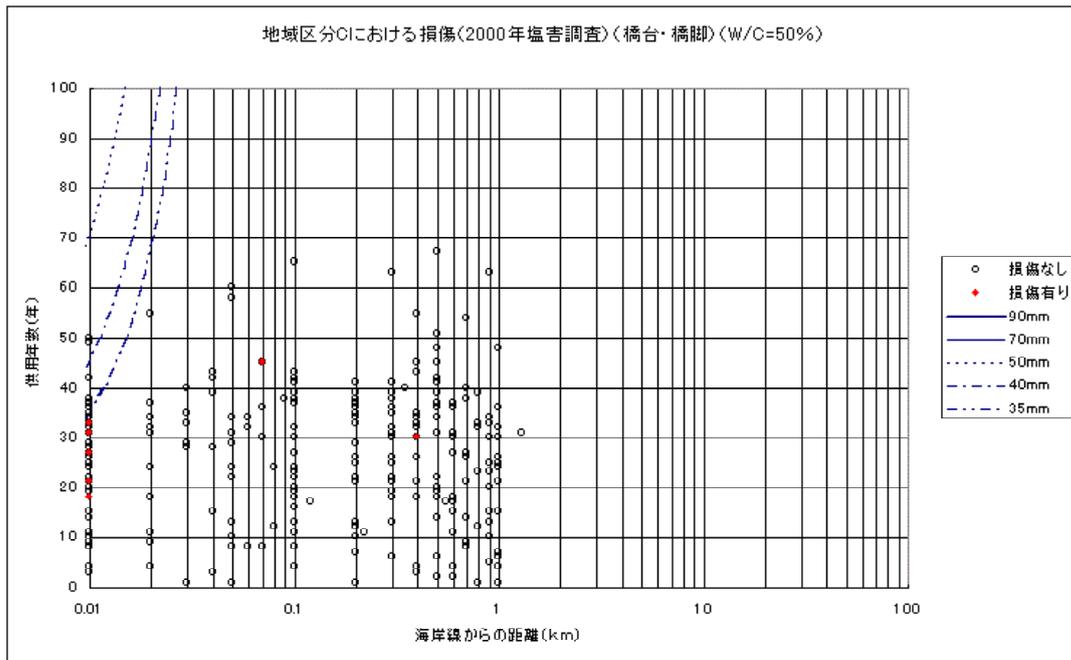


図-4.10 塩害実態データ (国総研資料No. 55) と理論曲線との関係 ( $W/C=50\%$ 、 $C1(0\sigma)=0.92$ )

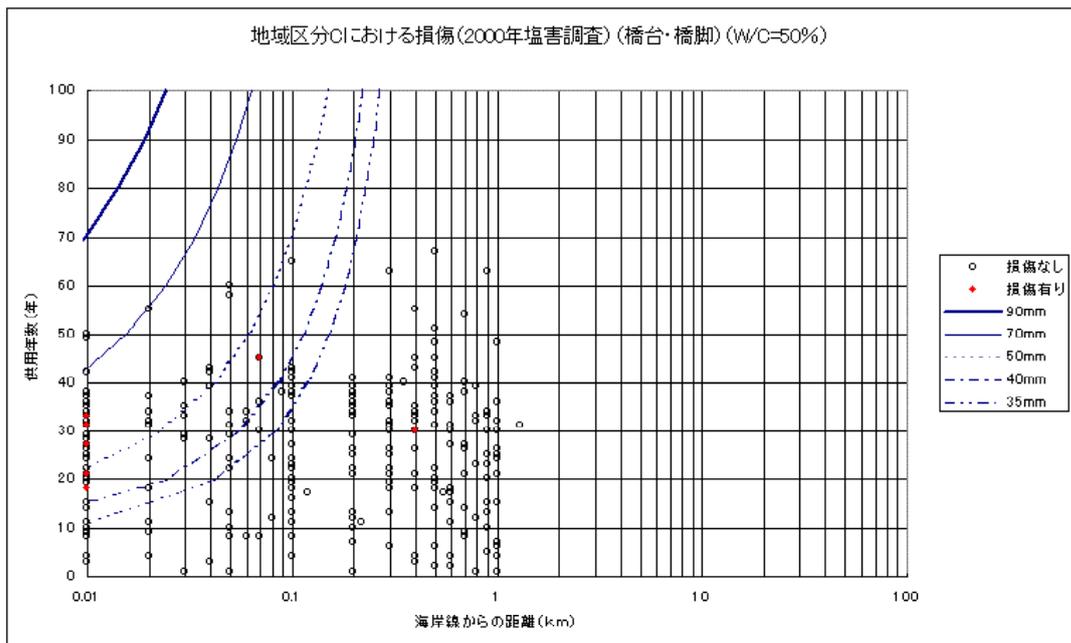


図-4.11 塩害実態データ (国総研資料No. 55) と理論曲線との関係 ( $W/C=50\%$ 、 $C1(+1\sigma)=2.51$ )

## (2)地域区分C（橋台・橋脚）における「海岸線からの距離」と「必要かぶり」との関係

塩害に対する耐久性は、コンクリート強度が高い（水セメント比が低い）ほど向上することから、ここでは、コンクリート強度を $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ （ $W/C=50\%$ ）とした場合の「海岸線からの距離」と「必要かぶり」との関係を整理した。

(1)の結果から、理論曲線C1（平均値： $0\sigma$ ）と1km換算飛来塩分量にバラツキを考慮した理論曲線C1（ $+1\sigma$ ）の2本の線を用いて、**図-4.12**に示すように、海岸線からの距離に対する対策区分別の必要かぶり厚を、海岸線からの距離の閾値と同じ（S： $0\sim 0.02\text{km}$ 、I： $0.02\sim 0.05\text{km}$ 、II： $0.05\sim 0.1\text{km}$ 、III： $0.1\sim 0.2\text{km}$ ）とした上で、道路橋示方書（H14）の設定時と同様の考え方で設定すると、道路示方書（H14）の最小かぶり厚を変更する必要があるとまでは言えない結果となった。

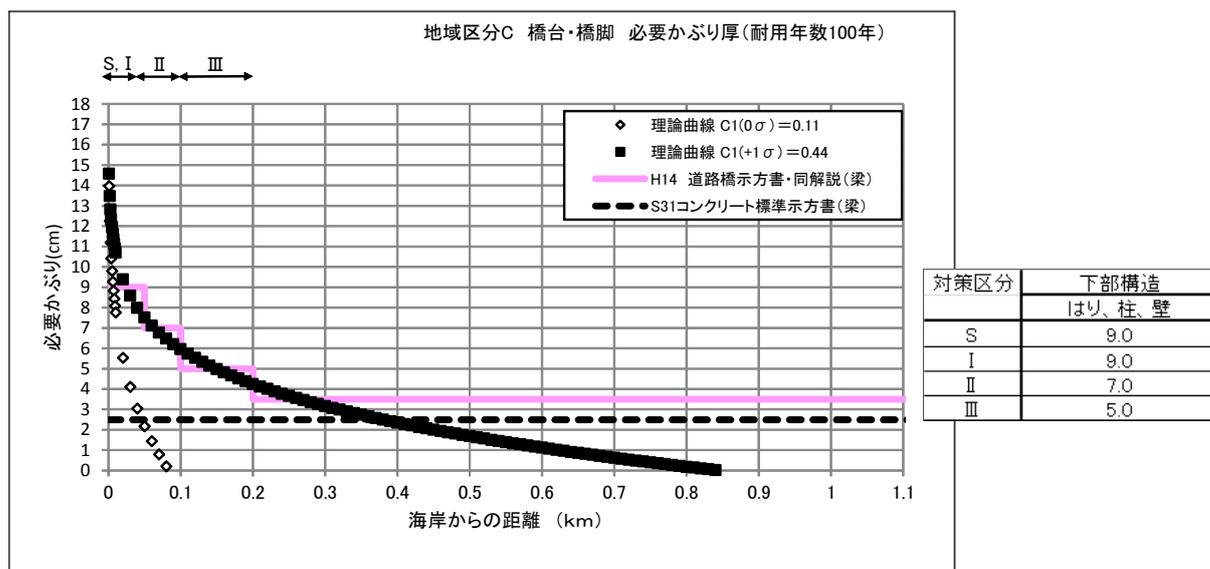


図-4.12（今回調査）地域区分C：「海岸線からの距離」と「必要かぶり」との関係（ $W/C=50\%$ ）

### 4.1.5 地域区分B・Cにおける下部構造の塩害対策

4.1.3および4.1.4では、国総研資料 No.55 と同様の方法を用いて、塩害地域区分別に、供用年数と海岸線からの距離との関係において、鋼材位置における塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界濃度となるように各種パラメータを設定した理論曲線（フィックの拡散方程式）と、第2章で整理した今回の塩害実態データ（橋梁定期点検（近接目視）結果）とを比較することによって、今回の塩害実態データと塩害被害の有無の関係が矛盾しない理論曲線（フィックの拡散方程式）を求め、その理論曲線（フィックの拡散方程式）により海岸線からの距離に対する必要かぶりを算出した。

表-4.5、4.6に、4.1.3および4.1.4で得られた地域区分BおよびCにおける対策区分別の必要かぶり厚を示す。ただし、**図-4.6**、**4.12**に示すように、地域区分BおよびCの対策区分Sの範囲内における必要かぶり厚は9.0cmを超えているため、少なくともこれらの範囲内においては塗装鉄筋またはコンクリート塗装等の他対策との併用が必要と考えられる。また、対策区分Iの範囲内においても、道路橋示方書（H14）IV下部構造編で規定された最小かぶり厚9.0cmを確保する必要があると考えられる。

表-4.5 地域区分B：今回の検討結果の必要かぶり厚（cm）

対策区分	下部構造
	はり、柱、壁
S	9.0
I	9.0
II	7.0
III	5.0

表-4.6 地域区分C：今回の検討結果の必要かぶり厚（cm）

対策区分	下部構造
	はり、柱、壁
S	9.0
I	9.0
II	7.0
III	5.0

#### 4.2 下部構造における塩害対策見直しの必要性

表-4.7に道路橋示方書IV下部構造編（H14）に規定されている塩害の影響による最小かぶり厚を、表-4.8に同対策区分を示す。

図-4.6、4.12に示すとおり、今回の塩害実態データ（橋梁定期点検（近接目視）結果）と塩害被害の有無の関係が矛盾しない理論曲線C1（平均値：0 $\sigma$ ）と1km換算飛来塩分量にバラツキを考慮した理論曲線C1（+1 $\sigma$ ）の2本の線を用いて、海岸線からの距離に対する対策区分別の必要かぶり厚を、海岸線からの距離の<sup>しきいち</sup>閾値を同じ（表-4.8を参照）とした上で、道路橋示方書IV下部構造編（H14）の設定時と同様の考え方で設定すると、道路示方書IV下部構造編（H14）の最小かぶり厚を変更する必要があるとまでは言えない結果となった。（今回求めた表-4.5、4.6に示す対策区分別の必要かぶり厚は、結果的に表-4.7と同じ値となった。ただし、対策区分Sの範囲内においては塗装鉄筋またはコンクリート塗装等の他対策との併用が必要。）

このことから、少なくとも、国総研資料No.55と同様の方法により、理論曲線（フィックの拡散方程式）と第2章で整理した今回の塩害実態データ（橋梁定期点検（近接）結果）および国総研資料No.55の塩害実態データ（第2回塩害調査）を比較した検討結果からは、表-4.7、4.8に示す道路橋示方書IV下部構造編（H14）の地域区分BおよびCにおける対策区分および最小かぶり厚を見直す必要性は見られなかった。

表-4.7 道路橋示方書IV下部構造編 (H14) : 塩害の影響による最小かぶり厚 (cm)

対策区分	下部構造
	はり、柱、壁
S	9.0(塗装鉄筋、コンクリート塗装、埋設型枠等を併用)
I	9.0
II	7.0
III	5.0

表-4.8 道路橋示方書IV下部構造編 (H14) : 対策区分

地域区分	地域	海岸線からの距離	塩害の影響度合いと対策区分	
			対策区分	影響度合い
A	沖縄県	海上部および海岸線から100mまで	S	影響が激しい
		100mをこえて300mまで	I	影響を受ける
		上記以外の範囲	II	
B	北海道、東北、北陸の日本海側	海上部および海岸線から100mまで	S	影響が激しい
		100mをこえて300mまで	I	影響を受ける
		300mをこえて500mまで	II	
		500mをこえて700mまで	III	
C	上記以外の地域	海上部および海岸線から20mまで	S	影響が激しい
		20mをこえて50mまで	I	影響を受ける
		50mをこえて100mまで	II	
		100mをこえて200mまで	III	