

沿岸部に位置する多数アンカー式補強土壁の壁面材の塩化物イオン濃度調査

岡三リビック 正 ○西 徹 正 林 豪人 正 小浪 岳治

1. 目的

沿岸部など塩害の影響が懸念される地域に補強土壁を構築する場合、鉄筋コンクリート製の壁面材のかぶりを塩害対策区分に応じて設定する必要がある。しかし壁面材の裏側については、表面側と比べて塩分の影響は小さく表面側と同等のかぶりを必要としないと考えられる。ただし補強土壁の壁面材の裏側における塩害の影響について定量的な知見がなく、壁面材の裏側の合理的なかぶりの量の設定方法がない。そこで、塩害の影響が大きい沿岸部において、多数アンカー式補強土壁の壁面材の塩化物イオン濃度の実態調査を実施し、壁面材の表面側と背面側における塩害の影響の違いについて定量的な評価を行った。



写真1 調査対象とした補強土壁

2. 調査方法

(1) コアの採取

写真1に示す2001年に施工された多数アンカー式補強土壁のうち、壁面材の鉄筋が入っていない範囲を対象に、コアドリルを用いてコアを採取した。コアの径は75mm、長さは173mmである。採取数は3カ所とした。コアの採取位置を図1に示す。

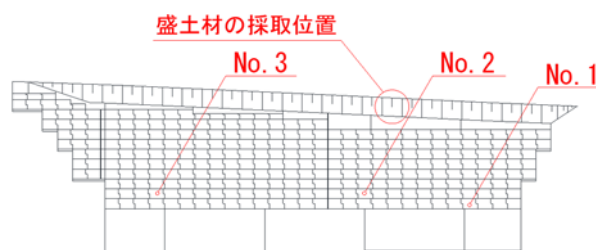


図1 コアと試料の採取位置 (正面図)

(2) 試料の採取と塩化物イオン量の測定

採取したコアのうち、図2に示す5区間を対象として分析試料を採取した。採取と塩化物イオン量の測定の方法は、JIS A 1154「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」の附属書A(参考)「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオン分析用試料の採取方法」を参考にし、「塩化物イオン電極を用いた電位差滴定法」を用いて塩化物イオン量を測定した。なお、参考として図1に示す位置の盛土材の試料を採取した。採取した盛土材は、JGS 0241-2000「土の水溶性成分試験(塩化物含有量)」を用いて塩化物イオン量を測定した。

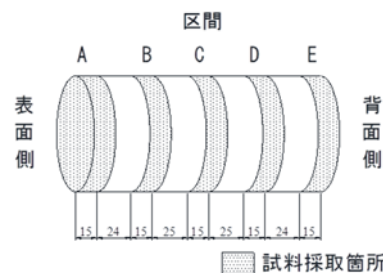


図2 試料採取箇所

3. 結果

試料毎の塩化物イオン量の測定結果を図4に示す。なお、当時使用された壁面材のセメントの種類と水セメント比(W/C=55%)を元に、参考文献2)に示される(式1)を用いて鋼材腐食発生限度濃度 $C_{lim}(kg/m^3)$ を設定した。

$$C_{lim} = -3.0(W/C) + 3.4 \quad \dots\dots(式1)$$

なお、採取した盛土材の塩化物イオン含有量は0.0013%であり「多数アンカー式補強土壁工法 設計・施工マニュアル 第4版」(参考文献1)に記載されている規定値0.02%を下回った。

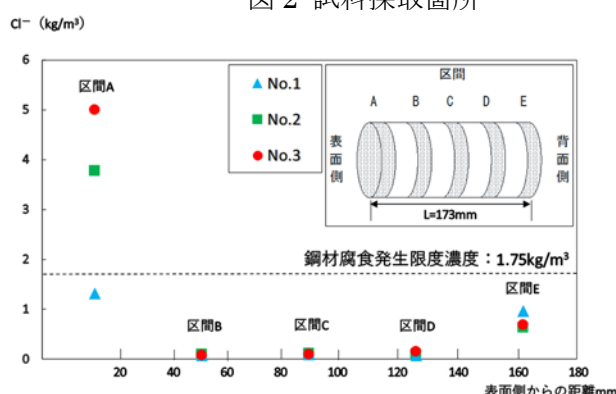


図4 壁面材の塩化物イオン調査結果

4. 考察

(1) 塩化物イオン濃度の予測計算の実施

キーワード 補強土壁, 維持管理, 塩害

連絡先 〒108-0075 東京都港区港南 1-8-27 岡三リビック(株)技術開発部 TEL03-5782-9085

採取した壁面材の塩化物イオン量の分析結果を元に、塩化物イオン濃度の予測計算を実施した。予測計算は壁面材正面側と背面側の両方でそれぞれ行い、参考文献 2) に示される(式 2)を用いた。

$$C(x,t) = \gamma_{cl} \cdot \left[C_0 \left(1 - \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{D_{ap} \cdot t}} \right) \right] + C_i \quad \dots\dots\dots (式 2)$$

$C(x,t)$: 深さ x (cm), 建設時からの時刻 t (年)における塩化物イオン濃度(kg/m³)

C_0 : 表面における塩化物イオン濃度(kg/m³)

D_{ap} : 塩化物イオンの見かけの拡散係数(cm²/年)(=0.71)*1

C_i : 初期含有塩化物イオン濃度(kg/m³) (=0.10)*2

erf : 誤差関数

γ_{cl} : 予測の精度に関する安全係数(=1.0)*3

*1 : $\log_{10} D_{ap} = 3.0(W/C) - 1.8$ (参考文献 2)

*2 : 全てのコアの区間 C における塩化物イオン量試験結果(kg/m³)の平均値を用いた。

*3 : 一般的に 1.0 としている。(参考文献 3)

鉄筋のかぶり 20mm の位置において、 C_{lim} に達するまでに要する年数を以下の手順で求めた。

① 本調査で採取した試料(区間 A および区間 E)の実測データを使用して、経過年数 16 年(調査実施 2017 年時点)の C_0 をコア別に推定した結果を表 1 に示す。

② 壁面材表面から深さ 20mm の位置において、 C_{lim} に達するまでの年数を、①で推定した C_0 を用いて算出した。結果を表 1 に示す。推定した塩化物イオン濃度の分布の例を図 5 および図 6 に示す。

(2) 塩化物イオン濃度の予測結果の考察

壁面材表面側の深さ 20mm の位置における鋼材腐食発生時間(年)は約 60~100 年, 壁面材背面側の深さ 20mm の位置における鋼材腐食発生時間(年)は約 150~280 年となった。壁面材背面側の Cl 濃度は表面側と比べると低い, 壁面材中間のサンプルと比べるとやや高い値となった。補強土壁天端部で採取した盛土材の塩化物含有量は 0.0013% と少ないため, 飛散した海水や潮風等が補強土の上から侵入したのではなく, 壁面材の目地部から侵入し壁面材背面に流れ込んでいると考えられる。

5. 結論と課題

壁面材背面側からも塩化物イオンが浸透しているが, 壁面材背面側が C_{lim} に達するまでの経過時間は, 壁面材表面側の 1.5 倍程度以上ということが分かった。

今後の課題として, 今回は海岸線近傍での調査だったが, 今後は海岸線から離れたところで調査を実施し, 今回の調査結果との比較を実施することが望ましい。

〈参考文献〉

- 1) 土木研究センター：多数アンカー式補強土壁工法 設計・施工マニュアル(第 4 版), 2014 年 8 月。
- 2) 土木学会 コンクリート委員会ほか：コンクリート標準示方書[維持管理編], 2013 年 10 月。
- 3) 日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術'11, 2011 年 2 月。

表 1 深さ 20 mm の位置における鋼材腐食発生時間(年)

壁面材	コア	C_0 (kg/m ³)	深さ20mmの位置における鋼材腐食発生時間(年)
表面側	No. 1	13.0	103
	No. 2	40.0	62
	No. 3	50.0	59
背面側	No. 1	9.0	151
	No. 2	5.0	278
	No. 3	7.0	197

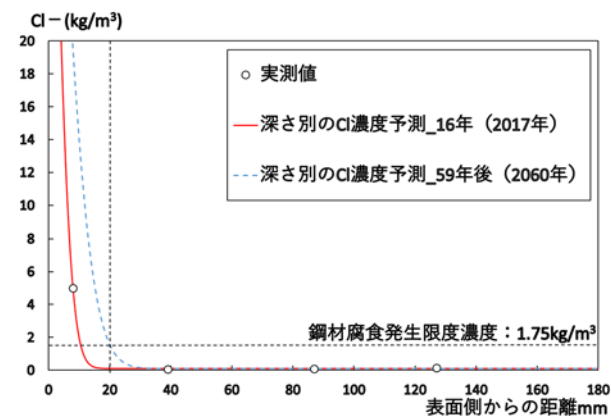


図 5 Cl 濃度の予測結果の例(正面側_コア No3)

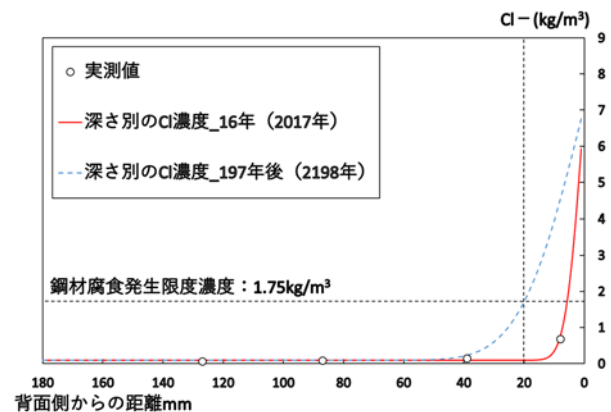


図 6 Cl 濃度の予測結果の例(背面側_コア No3)