

報 告

[1021] アルカリ骨材反応を受けた構造物の補修効果について

正会員○浜田純夫 (山口大学工学部)

正会員 兼行啓治 (山口大学工学部)

児山 浩 (東和産業株式会社)

池田 攻 (山口大学工学部)

1. まえがき

アルカリ骨材反応は塩害と並んでコンクリート構造物に大きい被害をもたらしている。特に山口県東部における被害は極めて大きく、行政関係者はその対策に大きい問題点をかかえている。

従来から米国を始め、アルカリ骨材反応の研究は行なわれており、ASTMでは反応性骨材の判定試験方法も確立している。我国においても最近極めて多くのアルカリ骨材反応の研究が行なわれており、反応試験、反応性骨材の判定、反応の抑制などの研究が中心になっている。

一方、実験供試体での研究は進みつつあるが、^{1)~6)} 被害を受けた実構造物の反応の様子および補修工法あるいは補修効果については研究が少ない。^{5), 8)} 本報告は山口県東部地方の港湾パラペット部のアルカリ骨材反応を生じた所を補修し、その結果を報告するものである。補修方法は、あらかじめひびわれにエポキシ樹脂を注入した後に表面に無機質防水剤を塗布したものである。また、ひびわれ幅を補修していない所も含めてヒューゲンベルガー変位計で測定した。期間は1年5ヶ月となり、一応の特性を得ることができた。

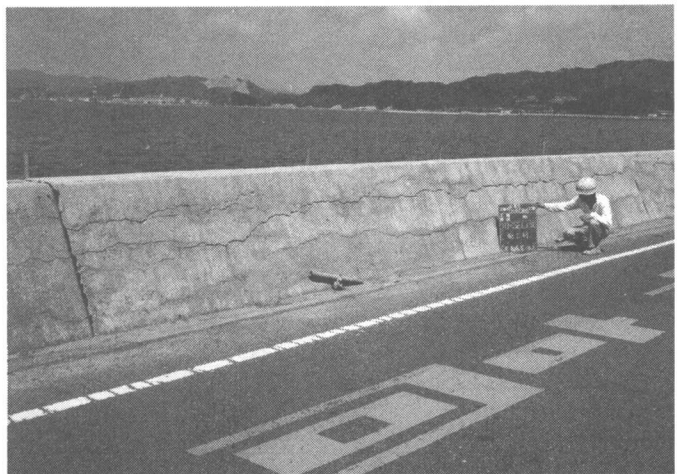


写真-1 構造物の全景(アルカリ骨材反応の被害状況)



写真-2 アルカリ骨材反応の補修状況

2. 補修と測定

(1) 現状

山口県東部地方においては数年前から、アルカリ骨材反

応の被害を受けている構造物は相当見られる。それらのほとんどが擁壁、パラベットなどの無筋構造物で、さらに骨材の石質は頁岩である。測定の対象にした本構造物も港湾のパラベットである。このパラベット部はほぼ全面的にアルカリ骨材反応の被害を受けている。この構造物の断面図を図-1に、また全景とびびわれ状態のクローズアップを写真-1、および2に示す。またこの構造物は昭和50年頃に建設され、測定は昭和62年10月に開始されたものである。

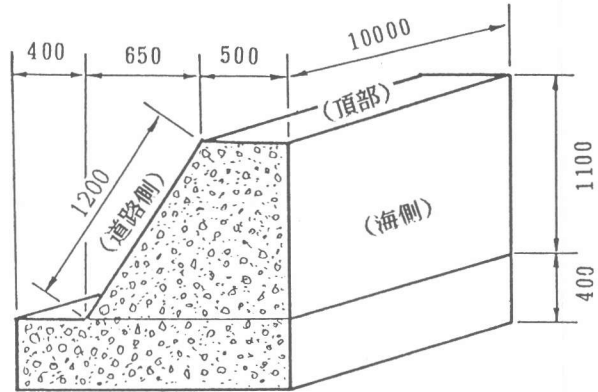


図-1 堤体の断面図 (単位 mm)

(2) 補修方法

堤体の補修方法としては、まずコンクリート堤体のクラック調査を行い、亀裂へエポキシ樹脂を注入し、各亀裂を完全に防ぎ、次にコンクリート表面を全面的にサンドブラストあるいはサンダー掛け作業を行い、高圧洗浄によって清掃を行なう。最後に無機質防水材料(ノロ状)をハケで塗布(2回)し補修を完了するものである。この防水材料は浸透性を応用し、コンクリート躯体の毛細孔に微粒子を浸透させ緻密化させることによって雨水、空気、海水等の浸入を防止すると共にコンクリートと一体化して耐久効果を維持する工法である。

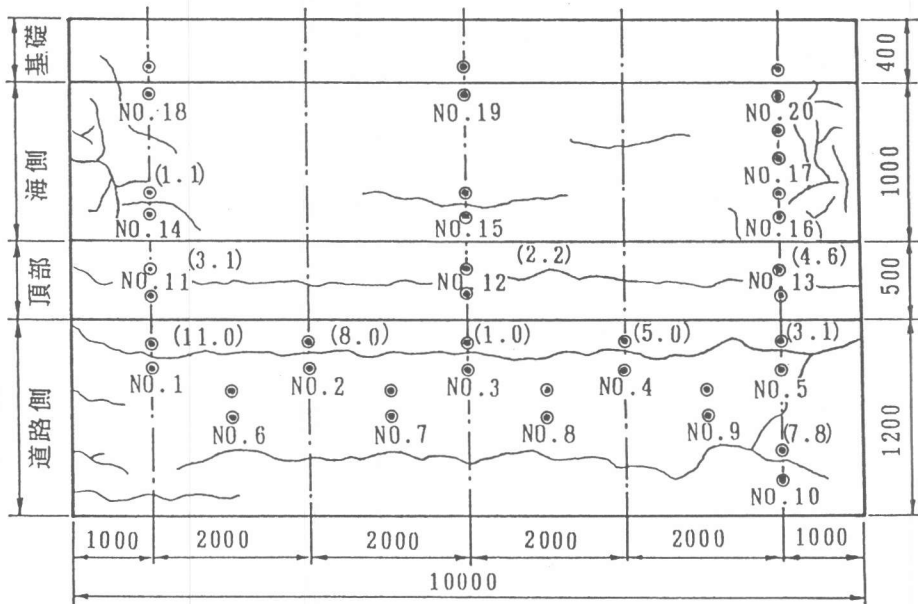


図-2 測定点の位置と初期びびわれ幅 (展開図) (単位 mm)

(3) 測定

ひびわれ幅の測定法には2～3の方法が考えられるが、本研究においてはヒューゲンベルガー変位計を用いた。これは基準長が250mmで、1/100mmまでは十分正確に計測できる。もともとひびわれ幅の測定は、この程度の精度で十分と考えられる。

表-1 骨材の成分分析表 (%)

成分	蛍光X線	灼熱減量	頁岩(平均)	砂岩(平均)
SiO ₂	66.57	64.95	58.10	78.37
TiO ₂	0.56	0.55	0.65	0.25
Al ₂ O ₃	15.79	15.40	15.40	4.77
Fe ₂ O ₃	5.19	5.06	4.02	1.07
MnO	0.16	0.16		
CaO	1.51	1.47	3.11	6.50
MgO	4.52	4.41	2.44	1.16
Na ₂ O	2.20	2.15	1.30	0.45
K ₂ O	3.43	3.35	3.24	1.31
SO ₃	0.12	0.12		
灼熱減量(1000-h)	2.45	2.45	5.00	1.63

測定位置は図-2に示す様に、補修部分、未補修部分ともに20箇所である。いずれも、道路側10箇所、頂部3箇所、海側7箇所である。測定点における位置の固定は真鍮材をコンクリート中に埋め込み、樹脂モルタルで固定した。

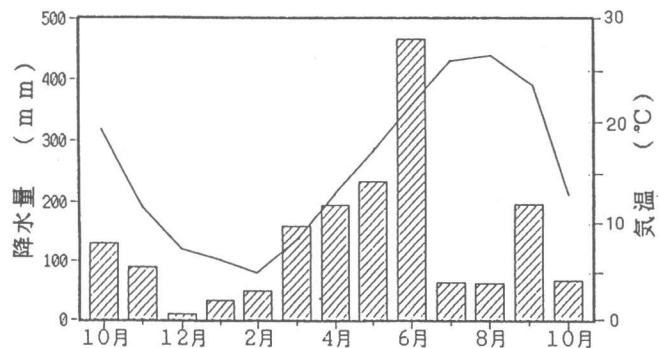


図-3 柳井市の気温・降水量月別変化

ひびわれ幅測定開始と同時に最初のひびわれ幅をクラックゲージで測定した。ひびわれ幅の測定は昭和62年10月に開始し、平成元年2月まで、ほぼ一ヶ月に一度計測を続行中である。

3. 測定結果と考察

(1) 骨材成分

この骨材は山口県東部で産出した頁岩系の岩石である。蛍光X線により測定された結果を表-1に示す。この岩石は珪酸質を約65%有するものである。

(2) 月平均気温、月平均雨量、初期ひびわれ幅

気温、雨量はアルカリ骨材反応の速度にある程度関係している。また、測定開始時のひびわれ幅(初期ひびわれ幅)もある程度反応速度に関係していると考えられる。気温および湿度は反応速度を直接早める要因になるが、初期ひびわれ幅は反応速度の早さの故に大きくなったと解釈することも可能であろう。一方では、ひびわれ幅が大きければ、そこに雨水がたまり、速度を早めるとの考え方もある。気温および雨量は現地のもではなく、最寄りの測候所のデータである。気温および雨量を図-3に示す。また、初期ひびわれ幅は図-2の測定位置に示す。

(3) ひびわれ幅の季節的变化

図-4に測定結果の数例を示す。図-4(a)は未補修で初期ひびわれ幅1mm、5mmおよび2mmの3例を示す。同様に補修済のひびわれ幅測定結果を図-4(b)に示したものである。これらはいずれも62年10月を基準にして、増加したひびわれ幅である。これらの結果からわかる様に、未補修、補修済とも、3月頃まではほとんど増加がなく、それ以降8月まで、相当にひびわれ幅が増加して

ゆく。また、11月頃から、ひびわれ幅の増加は極めて小さくなる。つまり、ひびわれ幅の増加は月平均気温に大きく影響していることがわかる。

一方、一年目のひびわれ幅の増加量を1.0として比較的大き目の初期ひびわれ幅について、ひび割れ幅の増加傾向を図-5に示す。これらのひびわれの増加がほぼ同じ傾向を示している。もとのひびわれ幅が異なるにもかかわらず増加傾向がほぼ同じであることを意味している。

この様にひびわれ幅の増加をみると、

温度との関係がかなり強い。図-6に月平均気温の累積の割合を示す。図-6に示す限界温度はその温度以下では反応しないとして累積を行なったものである。つまり、限界温度5℃における温度累積率は月平均気温で5℃以下は0として、それ以上の温度に対し、5℃を差し引いて累計し、累計した温度を100として計算したものである。この結果、限界温度10℃が最も実測定結果に近いことが判明した。つまり、10℃以下の気温ではアルカリ骨材反応の進展は小さいと考えられる。当然ながら骨材岩石の種類にもより、この温度は異なるであろうが、1つの指標のようにも考えられている。なお、実験室における研究によれば、反応は温度に完全に比例するとは限らないことも知られている。⁷⁾

(4) 初期ひびわれ幅とひびわれ幅増加の関係

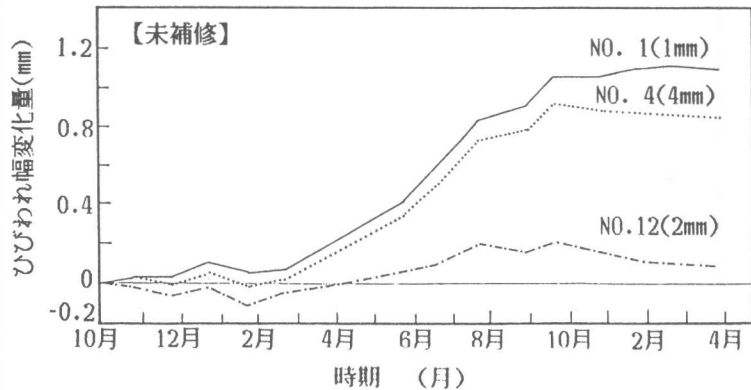


図-4 (a) ひびわれ幅変化量と経過時期の関係

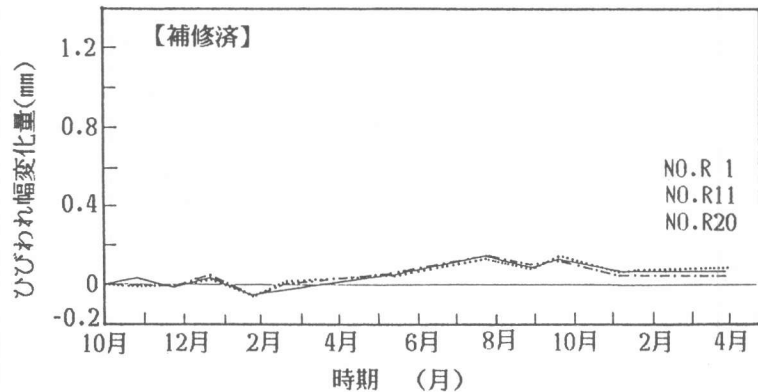


図-4 (b) ひびわれ幅変化量と経過時期の関係

図-7に初期のひびわれ幅と1年後のひびわれ幅の増加量を示す。この図から、未補修部分と補修部分に大きい差が生じていることがわかる。未補修コンクリートでは初期ひびわれ幅にほぼ比例してひびわれ幅が増加するのに対し、補修部分におけるひびわれ幅の増加はこの傾向が得られていない。また、補修部分において、初期ひびわれ幅が極めて大きいにもかかわらず、その増加量が極めて小さい。未補修部分における初期ひびわれ幅 W_i mm と1年後のひびわれ幅の増加量 W_c mm の関係がほぼ

$$W_c = 0.116 W_i$$

で表わされる。これを補修部分の初期ひびわれ幅に外挿的にあてはめれば、表-2の様になる。測定値と外挿値の比の平均が0.167となり、極めて低い値となった。この値が補修効果を示すものであり、この工法の補修効果の指標を与えたものと考えられる。

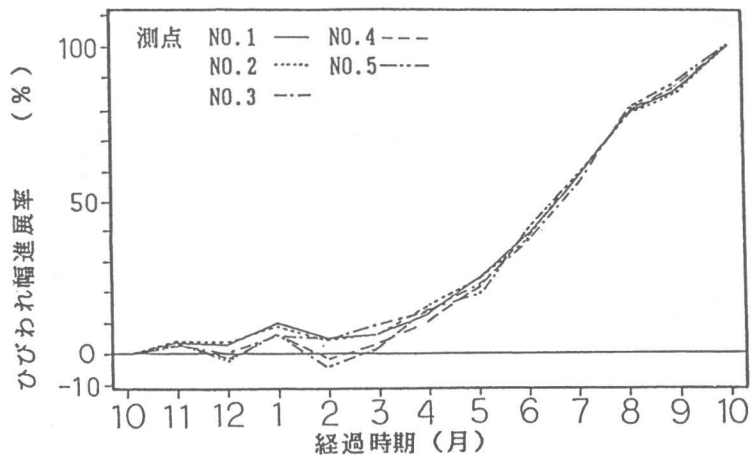


図-5 ひびわれ進展率と経過月の関係

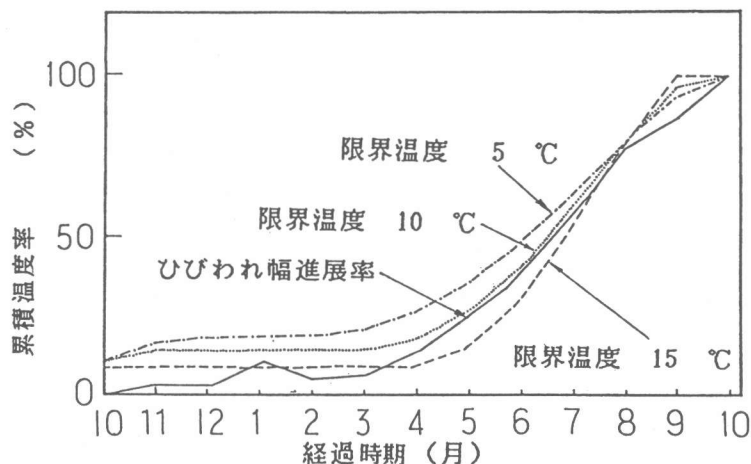


図-6 累積温度率と経過月及び進展率との関係

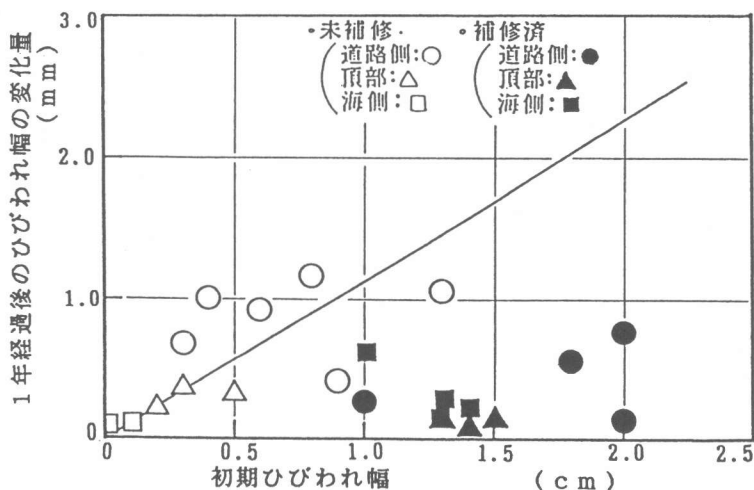


図-7 1年後のひびわれ幅の増加と初期ひびわれ幅の関係

4. 結論

頁岩やチャートのアルカリ骨材反応の速度はあまり早くないと云われている。しかしながら、10年間で1cmを越えるひびわれ幅にまで成長することはまれではなく、深刻な問題になっていることも事実である。本研究は

この様な頁岩とのアルカリ骨材反応を生じた構造物の補修がどのような効果を示すか検討したものである。ひびわれ幅の増加は少なくとも1年以上測定する必要がある、原因を探る上においてもある程度の期間は必要となる。そこで、本研究から得られた結論を列記すると次のようになる。

(1) ひびわれの増加(反応の進行)は温度に相当敏感であり、10℃以下では反応はあまり進まないと考えられる。

(2) 本研究に用いられた補修は極めて効果的でひびわれの増加を大幅におさえることができた。

表-2 補修・未補修ひびわれ幅の比較

	① 補修平均ひびわれ幅 (mm)	② 未補修平均ひびわれ幅の外挿値 (mm)	比 ①/②
道路側	0.364	1.87	0.194
頂部	0.105	1.62	0.065
海側	0.343	1.42	0.241
平均	0.811	4.92	0.167

参考文献

- 1) 野田他「被覆材によるアルカリ骨材反応の抑制」 第8回コンクリート工学年次講演論文集、1987年、pp591-596
- 2) 長橋他「コンクリート表面塗装によるアルカリ骨材反応抑制効果に関する一実験」 同上、pp153-156
- 3) 金好他「防水材のASR抑制効果に関する研究」 同上、pp209-212
- 4) 小野他「通気型防水材のASR抑制効果の確認試験」 同上、pp597-602
- 5) 武吉他「新しい促進試験による表面被覆のアルカリ骨材反応・抑制効果」 同上、pp609-614
- 6) 宮川他「アルカリ骨材膨張による損傷を受けたコンクリート構造物の補修」 同上、pp621-626
- 7) 岡田他「各種環境下におけるアルカリ骨材反応の進展について」 コンクリート工学年次報告集10-2、1988年、pp773-778
- 8) 森永「環境条件とアルカリ骨材反応」 コンクリート工学Vol.24、No.11、1986年11月