

粗骨材の表面粗さとモルタルの付着性状について

廣 川 一 巳*・前 川 静 男**

Bond Property of Mortar and Aggregate with Different Coarse Surface

Kazumi HIROKAWA and Shizuo MAEKAWA

要 旨

寒冷地の海洋コンクリートはいろいろな凍害を受ける,特に表層部は厳しい条件下にある。その中でも,凍害を受け粗骨材が露出する現象についてのメカニズムは明らかにされていない。本研究はコンクリート表層部において粗骨材が露出する現象を解明する上で粗骨材とモルタルの関係,特に粗骨材の粗さとモルタルとの付着性状に関係して明らかにしようとしたものである。

Abstract

Marine concrete in cold regions is damaged various frost, and especially concrete surface layer expose severe conditions. Mechanism on phenomenon of exposed aggregate with frost damage is unknown. This paper is known bond property of mortar and aggregate with different coarse surface.

1. ま え が き

寒冷地の海岸部のコンクリートは表層部において,いろいろな凍害を受ける。その凍害の実態調査に関しては鮎田¹⁾,佐伯ら²⁾の報告がある。コンクリート表層部の凍害であるスケーリングの研究報告は多くあるが。粗骨材が露出する現象の凍害については,ほとんど研究されていないのが現状である。特に粗骨材が露出する現象の凍害はその部分だけで,他の部分は健全であることが多い,しかも,施工後一冬経過しただけで発生するものもある。そのメカニズムについては,明らかにされていない。

粗骨材とモルタルの付着や遷移帯に関する研究も鮎田ら³⁾,岩崎ら⁴⁾,森野ら⁴⁾,内山ら⁶⁾の研究により養生中の乾燥の影響,岩石の種類の影響,遷移帯の構造などを明らかにしている。しかし,凍害を受けるコンクリート表層部における粗骨材とモルタルの付着に関する研究はあまり行われていないのが現状である。

筆者ら⁷⁾は,粗骨材の材質と凍結融解に関する実験を行ったが,平滑と粗なものの違いしか行っていないため,粗さの違いによる剥離抵抗性との

明確な関係が見いだせなかった。本研究では,粗骨材の材質を同一のものにし,粗さの違いが付着性状にどれほど影響を及ぼすか調べたものである。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

供試体はモルタルとし,使用したセメントは普通ポルトランドセメント(比重3.15),細骨材(鵠川産,比重2.69,吸水率1.22%)は土台部分(2.5mmふるい通過分),表面部分(1.2mmふるい通過分)を使用した。表面部分に使用したモルタルの配合はW/Cが55%,砂セメント比が2で,空気量が5.2%,フロー値が255である。材齢28日圧縮強度は36.9N/mm²である。

人工骨材はエポキシ樹脂で作った。そのとき各種の粗さを得るために40番,50番,60番,80番,100番,320番の布ヤスリを用いた。そのときの,ヤスリの番数とそれを用いてできた骨材表面の算術平均粗さを表-1に示す。大きさは約20×20mmで厚さ約2mmとした。算術平均粗さは粗さ試験機を用いて粗さ曲線を求めてから,JIS B 0601に基づいて計算した。

2. 2 供試体

供試体はまず図-1に示すような土台部分(図

* 助教授 環境都市工学科

** 技師長 (株) 田宮設計事務所

表一 布ヤスリと算術平均粗さ

布ヤスリの種類	算術平均粗さ (μm)
平滑	0.4
320番	12.7
100番	20
80番	23.4
60番	29.8
50番	31.5
40番	38.4

の中の斜線部分)を作成し(そのとき上に人工骨材がついている)それぞれ20mm離れるように、コンクリート表面から2mm下になるように、表面部分(図中の断面図の空白部分)にモルタルを打ち込んだ。

2. 3 実験方法

付着強度試験の概要を図-2に示す。外断面19×19mmのアルミニウムの中空角材に針金でフックをつくりモルタルを埋め込んだものを作り、人工骨材が埋め込まれている個所の上に材齢28日強度試験日前日に接着剤で付け、油圧式卓上モルタル強さ試験機を改造したものを用い、接着したフックを引張、剥がれたときの荷重を読んだ。供試体は同一粗さのもの10本を使用した。この荷重をアルミニウムの角材の断面積で割ったものを付着強度とした。

凍結融解試験は図-3に示すように、コンクリート表面から6mmとなるように、鋼材を置き、供試体が表面から14mm程度浸るように海水を入れ、図-4のような温度サイクルで一日2サイクルで凍結融解試験を行った。供試体は各粗さのもの2本を用いた。

表面の剥離した個所(人工骨材が露出した個所)を14サイクルごとにOHPファルムに写し取り供試体の剥離面積を求めた。剥離面積率は供試体の試験面全体(人工骨材が埋め込まれている側)に対する人工骨材が露出した個所の割合をいう。

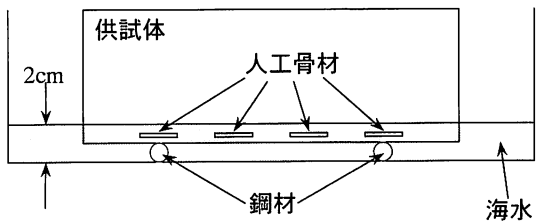


図-3 凍結融解試験概略図

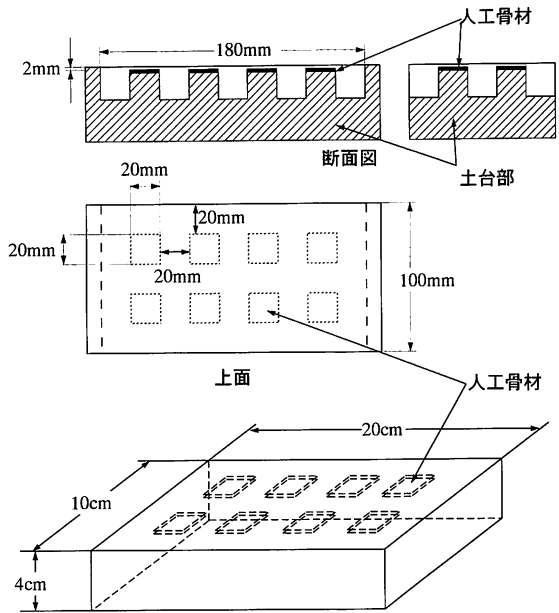


図-1 供試体概要図

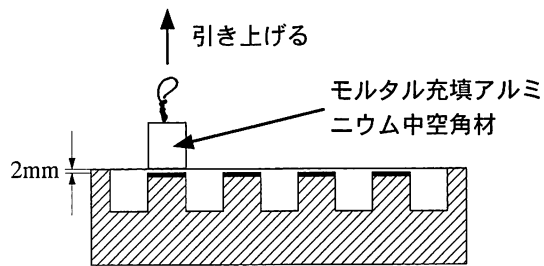


図-2 付着試験概要

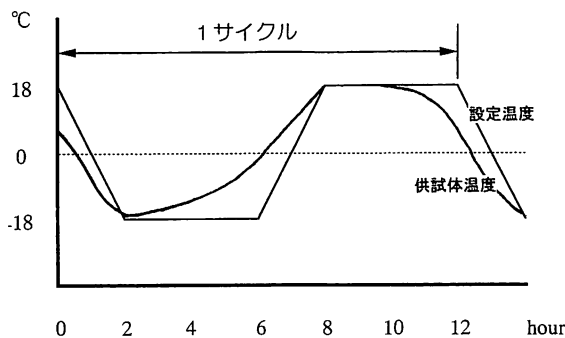
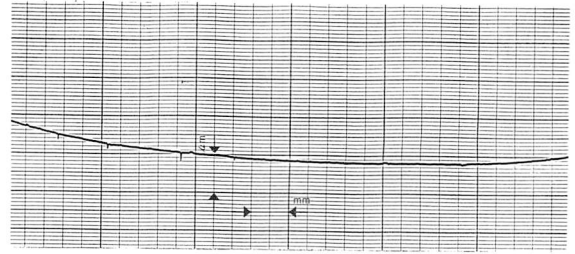


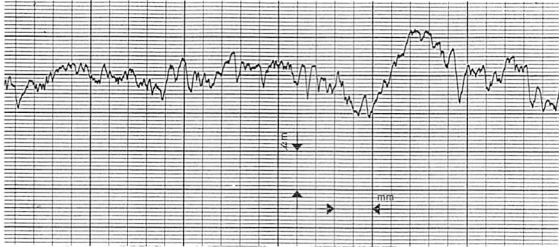
図-4 凍結融解試験サイクル図

3. 実験結果及び考察

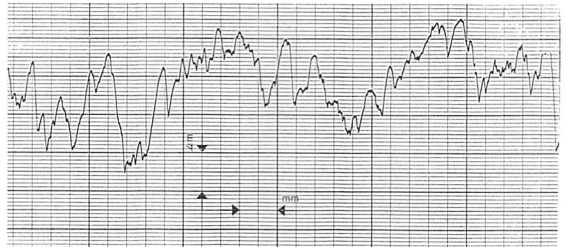
粗さ試験の結果を図－5 から図－11に示す。
 R_a は骨材表面の算術平均粗さである。図から骨材表面の粗さが粗くなるにつれて、谷の部分が深くなっていき、さらに粗さが大きくなると谷の部分が広がっている結果となった。これは、自然に出来たものではなく、布ヤスリをエポキシ樹脂に押しつけて製作したため、粗さの大きなヤスリを



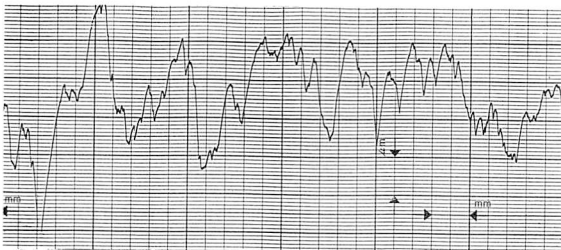
図－5 $R_a = 0.4 \mu\text{m}$ (平滑) 縦倍率500倍, 横倍率20倍



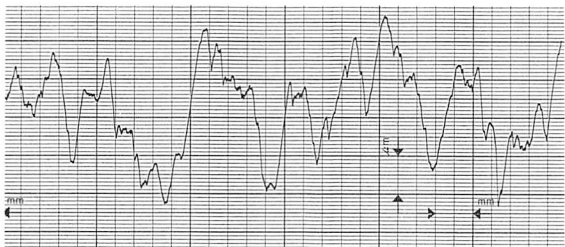
図－6 $R_a = 12.7 \mu\text{m}$ (320番) 縦倍率200倍, 横倍率20倍



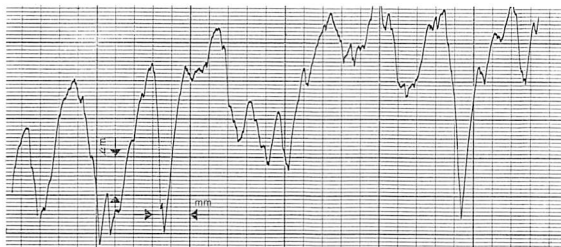
図－7 $R_a = 20.0 \mu\text{m}$ (100番) 縦倍率200倍, 横倍率20倍



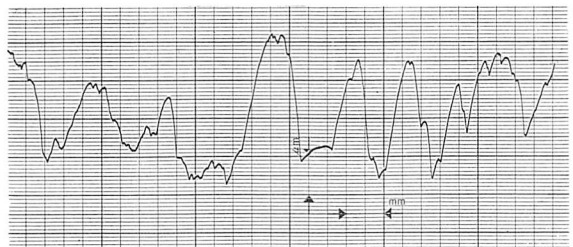
図－8 $R_a = 23.4 \mu\text{m}$ (80番) 縦倍率200倍, 横倍率20倍



図－9 $R_a = 29.8 \mu\text{m}$ (60番) 縦倍率200倍, 横倍率20倍



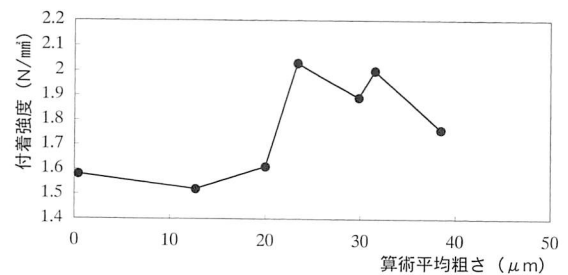
図－10 $R_a = 0.4 \mu\text{m}$ (50番) 縦倍率200倍, 横倍率20倍



図－11 $R_a = 0.4 \mu\text{m}$ (40番) 縦倍率100倍, 横倍率20倍

使うとエポキシ樹脂の固まる前の粘性との関係で谷の部分が広がったと考えられる。

図－12に示されるように、算術平均粗さと付着強度の関係は $20 \mu\text{m}$ までは、粗さに関係がなくほぼ同じ様な値を示した。 $20 \mu\text{m}$ を越えると付着強度が大きくなり、さらに大きくなるとまた減少している。粗さの図－5 から図－11を見ると谷が深くなっているぶん表面積が多くなり、付着強度が増加したことが考えられる。しかし、もっと粗くすると、谷や山に鋭さがなく丸みが多く広がって



図－12 表面粗さと付着強度の関係

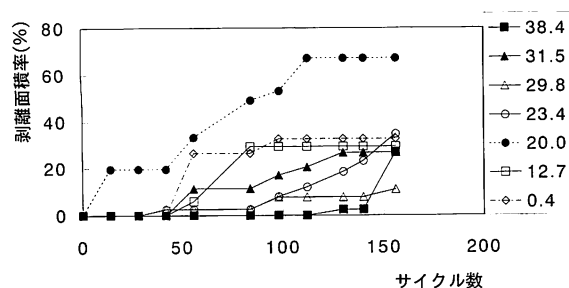


図-13 剥離面積率と凍結融解サイクル数

いるのが見られ、表面積が減少したことが、付着強度の現象につながったことが考えられる。

各粗さの骨材の凍結融解サイクル数と剥離面積率の関係を図-13に示す。これから解るように、粗さとの明確な関係はあまりみられなかったが比較的粗い方が剥離面積率が少なかった。粗骨材が露出する現象を考えて行った実験であったが、スケーリングが起きてしまい凍結融解試験の方は骨材上面でうまく剥がれなかった。

4. ま と め

以上のことより、粗さがある程度粗い方が付着強度が大きくなり、それ以上だとまた下がっていくことがわかった。

冷害を受けて粗骨材が露出する現象をうまく再現できなかったため凍結融解作用との関係がうまくできなかった。今後、この現象の再現をうまく行うことで、そのメカニズムを解明の一歩となることが考えられた。また、遷移帯などの観察は出来なかったため、その関係は不明であったが、凍害を受けたときの表層部の遷移帯の構造も明らかにすることにより、凍害を受けて粗骨材が露出する現象のメカニズムは明らかになることが考えられた。

この研究を行うにあたり、粗さ試験に関して御協力・ご教授していただいた本校機械工学科助教授中津正志氏、実験全般に協力していただいた、本校卒業生林寛之氏、東尚吾氏、小松真智氏に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 鮎田, 林, 猪狩: 海岸コンクリートの冬期における剥離現象について, 土木学会年次学術講演会33, 5 部門, 1978
- 2) 佐伯, 鮎田, 前川: 北海道における海岸および港湾コンクリート構造物の凍害による表面剥離損傷, 土木学会論文報告集第327号, 1982
- 3) 鮎田, 林, 佐伯, 藤田: 海岸コンクリートの剥離損傷に及ぼす粗骨材とモルタルの界面性状の影響, セメント技術年報37, 1983
- 4) 岩崎, 富山: セメントペースト-骨材界面の結合・破壊機構と強度, セメント技術年報30, 1976
- 5) 森野, 山口, 内藤: 各種岩石骨材とセメントペーストとの付着性状, 第2回コンクリート工学年次講演会講演論文集, 1980
- 6) 内川: セメントペーストと骨材の界面の構造・組織がコンクリートの品質に及ぼす影響, コンクリート工学 Vol.33, No. 9, 1995
- 7) 前川, 廣川: 粗骨材の表面性状と凍結融解によるコンクリートの剥離抵抗性, 土木学会第49回年次学術講演会第5部, 1994

(平成10年11月30日受理)