

報告

[1164] 建物外壁に発生したひび割れの実態調査

地 濃 茂 雄\*

1. まえがき

ひび割れは、モルタル・コンクリートにとって、半ば宿命的なものであり、ほとんどの建物外壁には様々なひび割れが発生している。そしてひび割れによっては、直接的にも間接的にも居住性能や構造耐力等に影響を与える。

ひるがえって、コンクリート技術は専門分化が進み、ひび割れ対策は事前および事後とも、それぞれの構造・材料・施工法等の特徴に応じ、きめ細かく確実な成果が求められるようになってきた。これに対処するには、ひび割れは「古くて、新しい問題」として位置づけるとともに、建築外壁のひび割れに関する基礎資料の蓄積が不可欠であると考える。

そこで本研究では、瀬戸内地域の1町村内における建物外壁のひび割れ発生の実態について調査し、ひび割れ対策技術の基礎資料を提示したものである。

2. ひび割れの調査方法

ひび割れは、引張応力が生じる条件の下で、引張応力がその断面位置の引張強度に到達後、引張の塑性域を経て引張ひずみ能力(限界)値に達した時点で発生する[1]。したがって、引張強度および引張変形能力が小さいモルタル・コンクリートのひび割れ発生原因は、材料・調合に関係するもの、施工や環境条件、さらには構造・外力に関係するもの等、無数にあるといえる。

そこで本調査では、調査項目を大きく2つに分けて調査を実施することとした。すなわち、調査

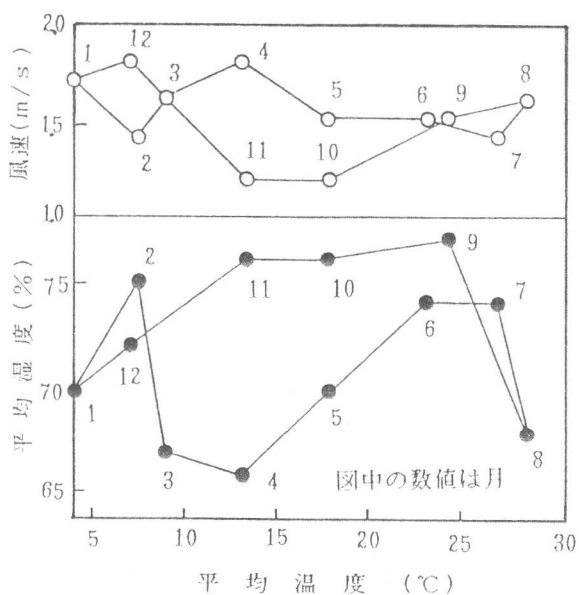


図-1 建物を取りまく気候環境

表-1 調査壁面数(調査I)

壁面調査	東	西	南	北	計
コンクリート	15	17	19	23	74
仕上げモルタル	22	20	23	24	89
A L C	7	8	7	7	29
総計					192

表-2 調査壁面数(調査II)

壁面調査	東	西	南	北	計
コンクリート	15	15	17	19	66
仕上げモルタル	20	19	18	17	74
総計					140

\* (財)新潟工科大学設立準備財団 元福山大学教授、工博(正会員)

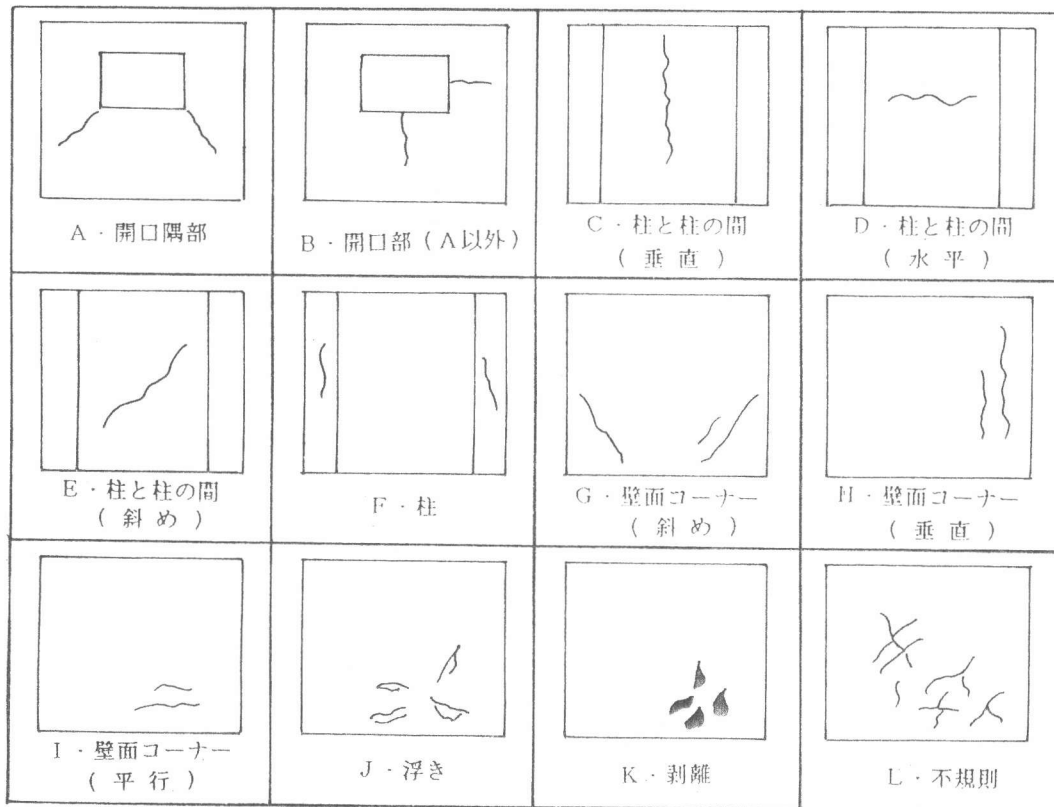


図-2 外壁面に発生したひび割れの形態分類

Iではひび割れの発生形態について、調査IIではひび割れ幅についてそれぞれ調査し、ひび割れの実態を総体的な視点から検討することとした。

調査した建物は、人口およそ3万人を有する瀬戸内地方の1町村、つまり図-1に示す気候湿度環境下に点在する主に公共施設の小規模のRC造建物とS造建物について、ともに一階外壁面を代表させて調査した。

調査壁面数は、調査Iでは合計192壁、調査IIでは合計140壁で、この場合の建物の経歴年数は築後1年から24年に分布している。調査壁面数の詳細を表-1および表-2に示す。

ひび割れの調査方法は、調査Iにおいては主にひび割れ幅0.05mm以上のひび割れがどのような位置にどのような形で発生しているかを目視によって観察(スケッチ)し、調査IIではクラックスケールを用いて、ひび割れ幅を測定する方法を採用した。なお、調査はいずれもひび割れ幅の日内変動[2],[3]を考慮して、午前中の時期に測定を行った。

### 3. 実験結果と検討

#### 3.1 ひび割れの発生形態

##### (a) ひび割れの発生分類

外壁面に発生したひび割れを図-2のような形態に大別し、その発生数を整理した結果を図-3に示す。

この図からわかるように、コンクリートではひび割れ発生のうち開口部まわりのひび割れと柱スパン中央部の垂直ひび割れが大半を占めている。一方、仕上げモルタルでは上記のほか柱部位のひび割れの発生も目立つ。いずれも、乾燥収縮に起因するひび割れと推測される。

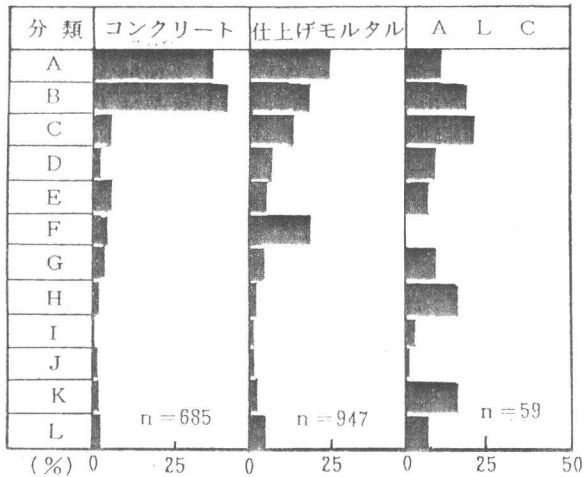


図-3 ひび割れの分類結果

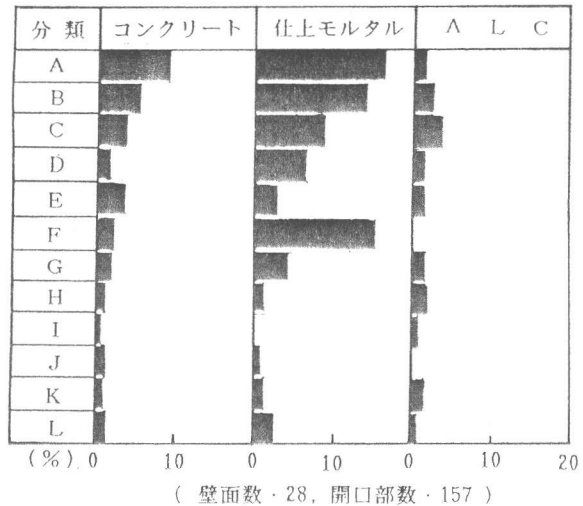


図-4 分類結果（壁面数・開口部数同一）

次に、材料・工方別すなわち、コンクリート、仕上げモルタル、ALC別のひび割れ発生を比較するため、壁面・開口部数を同一にして整理した結果を図-4に示す。仕上げモルタルでのひび割れ発生数はALCのおよそ7倍、コンクリートの3.5倍程度である。一般にモルタルの乾燥収縮率は、コンクリートの乾燥収縮率の2倍程度であること[4]から類推すれば、この種のひび割れ傾向は、主に乾燥収縮率の相違によるものと考えられる。

(b) 開口隅部のひび割れ

RC壁開口隅部の乾燥収縮率によって生じる主応力は、材齢6ヶ月において50~140kgf/cm<sup>2</sup>程度でひび割れ発生を避けられないという試算もある[5]。そこで、方位別およびコンクリート、仕上げモルタル別のひび割れ発生傾向を、1開口部当たりのひび割れ発生本数で比較した結果を図-5に示す。

方位別のひび割れ発生本数では、西、南壁面が多く、北壁面は少ない。この傾向は既往調査結果[6], [7], [8]と一致する。概して、日照の影響が付加された結果とも考えられる。

材料別では前述と同様、コンクリートに比べ仕上げモルタルのひび割れ発生本数は多い。

3.2 ひび割れ幅

(a) ひび割れ幅の分布

壁面毎のひび割れ幅の最大値を分類整理した結果を図-6に示す。

コンクリートおよび仕上げモルタルともほとんどが0.5mm以下のひび割れである。その分布の傾向はコンクリートと仕上げモルタルでは相違し、概してコンクリートの方がひび割れ幅の小さい方に分布している。

ひび割れ幅の大小の指標は、建築物の美観に関する指標のみではなく、漏水や耐久性に関するひび割れ対策上の重要な指標である。例えば日本コンクリート工学協会のコンクリートのひび

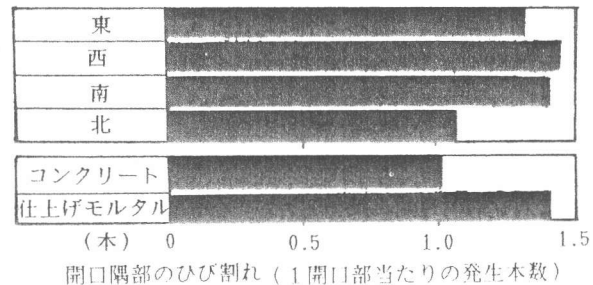


図-5 開口隅部のひび割れ結果

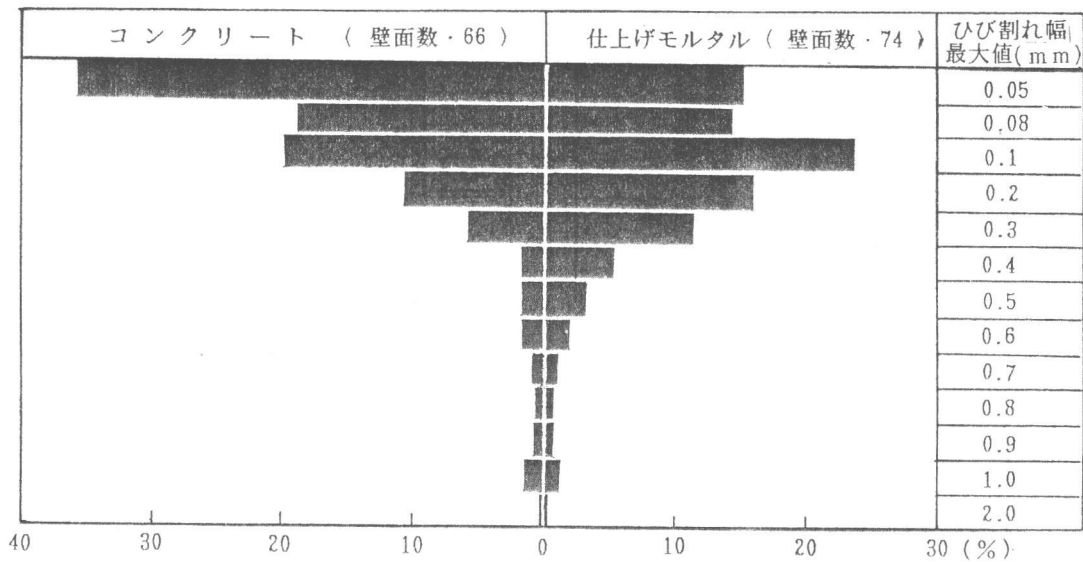


図-6 ひび割れ幅の最大値の分類結果

ひび割れ調査、補修・補強指針では、補修の要否に関してそのひび割れ幅の限度を、防水性からみた場合は0.2mm以上、耐久性からみた場合は0.4mm以上としている[9]。これに対応すれば、補修を要する壁面がいくつかあることがうかがえ知れる。

(b) ひび割れ幅の平均値

各ひび割れ幅の最大値に発生本数を乗じて、その値を総本数で除した値をひび割れ幅の平均値として整理した結果を図-7に示す。それによればコンクリートでは0.15mm程度、仕上げモルタルでは0.25mm程度である。

方位別では、コンクリートおよび仕上げモルタルとも西、南壁面が大きい傾向にある。

(c) ひび割れ幅の最大値と平均値との関係

ひび割れ幅の最大値と平均値との関係を図-8に示す。両者の間に相関性が認められる。既往研究によれば、最大のひび割れ幅は平均的なひび割れ幅のおよそ2倍という報告もあるが[10]、本調査結果では、ひび割れ幅の最大値によってその比率は異なっている。いずれにしても、ひび割れ幅の最大値を測定することで平均的なひび割れ幅を推定することが可能といえる。

(d) ひび割れ幅の形状

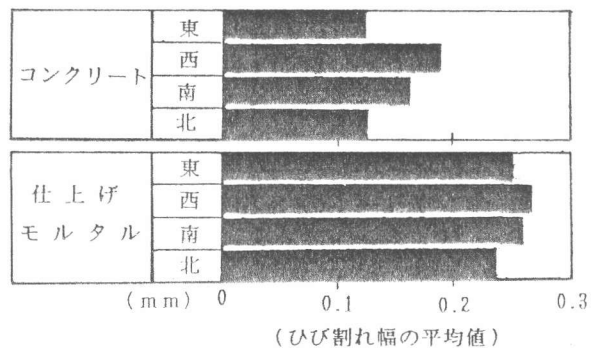


図-7 ひび割れ幅の平均値

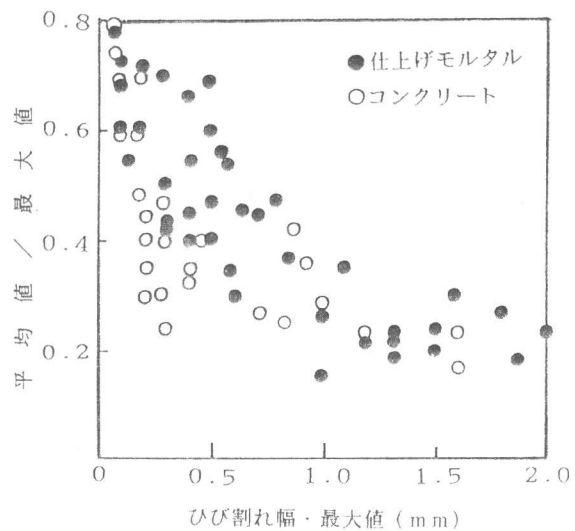
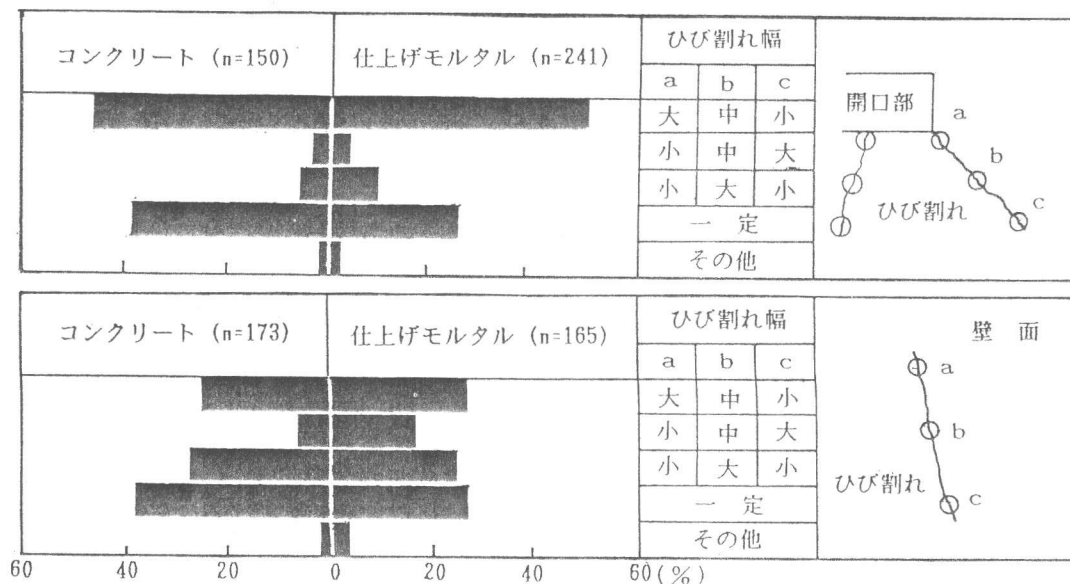


図-8 最大値と平均値との関係



(上段：開口部まわり 下段：壁面垂直ひび割れ)

図-9 ひび割れ幅の形状の分類結果

ひび割れ幅の形状すなわち、ひび割れの先端部(上部)・中間部・末端部で、ひび割れ幅が異なるものかを調査した結果を図-9に示す。開口部まわりのひび割れにおいては、開口部の位置から遠のくほどひび割れ幅は小さくなっていくものと、ほぼ一定の形状を呈しているものとが全体のほとんどを占めていることがわかる。これに対して壁面の垂直ひび割れでは、まちまちであるが概して、上部から下部に向かいひび割れ幅が大きくなっていく形状のものは少ない。

(e) 経過年数とひび割れ幅

建物の経過年数とひび割れ幅の最大値との関係を図-10に示す。

経年とともにひび割れ幅の最大値が増大する傾向がうかがえる。その増大傾向は概して、経過年数10年以降顕著である。なお、RC躯体の壁面に下地モルタルを塗り塗装仕上げを行った場合の仕上げモルタルの劣化現象としては、完成後1~2年目頃から目立ってくるモルタルの不規則な亀甲状ひび割れ、2~3年目頃からの躯体の収縮ひび割れ、7~8年目頃からの汚損、15年頃からの問題になり始めるモルタルの剥落等が代表的な現象という報告もある[11]。

4. むすび

瀬戸内地方の1町村内に点在する小規模建物のモルタル・コンクリート外壁のひび割れについて実態調査を行った結果、次のようなことが明らかになった。

- (1) 部位別のひび割れ発生数では、開口部まわりと、スパン中央部に発生したひび割れが極めて多い。乾燥収縮に起因するひび割れと考察される。
- (2) 開口隅部での方位別ひび割れの発生数では、日照を強く受けている西、南壁面が多い。
- (3) 上記(1)と(2)のひび割れ発生数は、仕上げモルタルの方がコンクリートに比べ多い。
- (4) ひび割れ幅のほとんどが0.5mm以下で、コンクリートのひび割れ幅の最大値の分布は仕上げモルタルの場合に比べ、ひび割れ幅の小さい方に位置している。
- (5) 各ひび割れ幅の最大値に発生本数を乗じて、その値を総本数で除したひび割れ幅の平均値は、コンクリートでは0.15mm程度、仕上げモルタルでは0.25mm程度である。

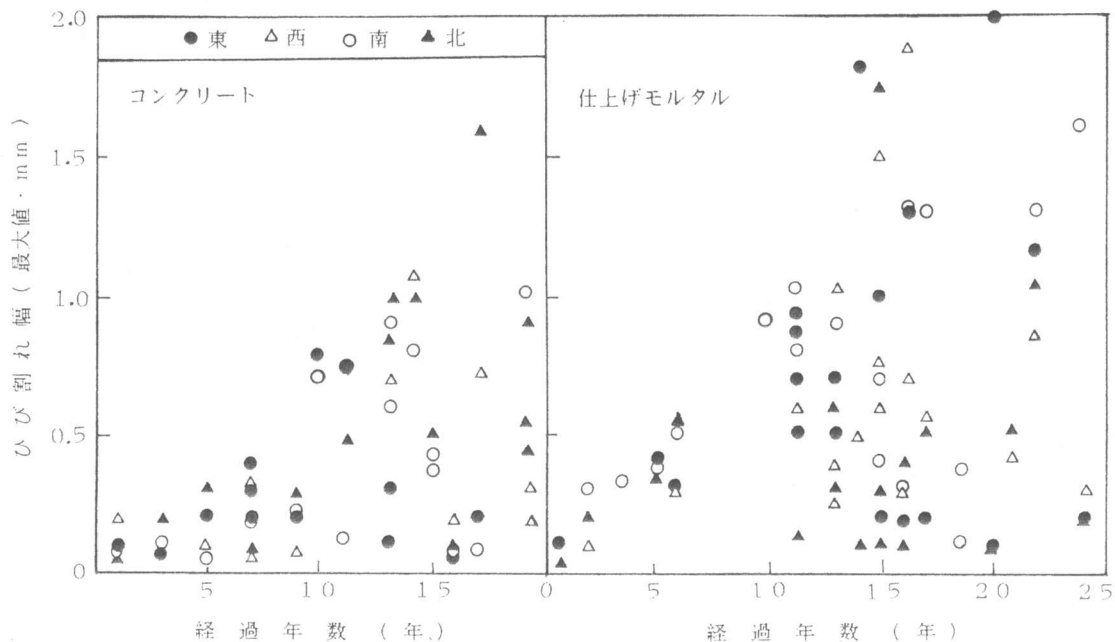


図-10 経過年数とひび割れ幅との関係

- (6) ひび割れ幅の最大値と平均的なひび割れ幅との間に相関性が認められることから、ひび割れ幅の最大値を測定することで平均的なひび割れ幅を推定することが可能である。
- (7) 開口部まわりのひび割れ幅の形状は、開口部の位置から遠のくほどひび割れ幅は小さくなっていくものと、ほぼ一定の形状を呈するものとが全体のほとんどを占めている。
- (8) 建物の経過年数とひび割れ幅の最大値との間に傾向がみられ、経年によるひび割れの増大傾向は、概して経過年数10年以降顕著である。

#### 参考文献

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造のひび割れ対策（設計・施工）指針・同解説、1990
- 2) 中西正俊：実大試験体に発生したコンクリートのひび割れ幅の変動、日本建築学会関東支部第44回研究報告集、pp. 337-340、1973
- 3) 高橋久雄：気象条件とひび割れ、施工、pp. 112-128、1975. 8
- 4) セメント協会：収縮専門委員会H-10、1973. 7
- 5) 大谷 博ほか：RC壁開口隅部の乾燥収縮ひび割れに関する研究：日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 171-172、1976
- 6) 柿崎正義ほか：収縮ひび割れの実態調査と頻度、日本コンクリート工学協会コンクリート構造物のひび割れに関するシンポジウム、pp. 71-74、1977. 3
- 7) 中西正俊：鉄筋コンクリート造建物の壁体に発生した収縮ひび割れの実態調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 177-178、1977. 10
- 8) 中西正俊：ひび割れの原因と対策、建築技術、No525、pp. 90-96、1994. 2
- 9) 日本コンクリート工学協会：コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針、1985
- 10) 仕入豊和：コンクリートのひび割れに対する見方・考え方、コンクリート工学、vol. 20、No 11、pp. 4-8、1982. 11
- 11) 小原二郎ほか：外壁の改修と保全設計、彰国社刊、1988