

## モルタル・コンクリート外壁のひび割れに関する研究

地濃 茂雄\*

### Studies on the Crack on the External Walls of A Cement Concrete Building

Shigeo CHINO

#### ABSTRACT

The cracking formed on the external walls of buildings with concrete structure causes great damages to such buildings in terms of their durability.

The magnitude of cracking of cement concrete is determined by a number of factors, including the type of cement and aggregate, the water content, mix proportions and construction. The rate of cracking of a given concrete is influenced by the size of the concrete member, the environment as well as the time of exposure.

This report presents some remarkable conclusions which are derived from actual investigations on the reduction of cracking tendency and the crack width of external walls of a cement concrete building.

Key words : crack, crack width, external walls, durability,  
cement concrete

#### 1. まえがき

モルタル・コンクリートにとって、ひび割れは半ば宿命的なものであり、ほとんどの建物外壁にはいろいろ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対策および事後対策とも、それぞれの構造・材料・施工法の特徴に応じきわめて細かく、かつ確実な成果が求められるようになってきた。このような情勢に対処するには、ひび割れを“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。

そこで本研究では、瀬戸内地方の一町村内に建つ建物

の外壁のひび割れ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. 調査方法

ひび割れは、モルタル・コンクリートに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モルタル・コンクリート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。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・コンクリートにとって、そのひび割れは、材料・調合に関係するもの、施工、環境条件、さらには構造・外力に関係するものなど、ひび割れ発生原因は無数にあるといつてよい。

そこで本調査では、調査項目を大きく二つに分けて調

査を実施することとした。すなわち、調査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一町村、つまりFig.1に示す気候温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1階外壁面を代表させて調査した。

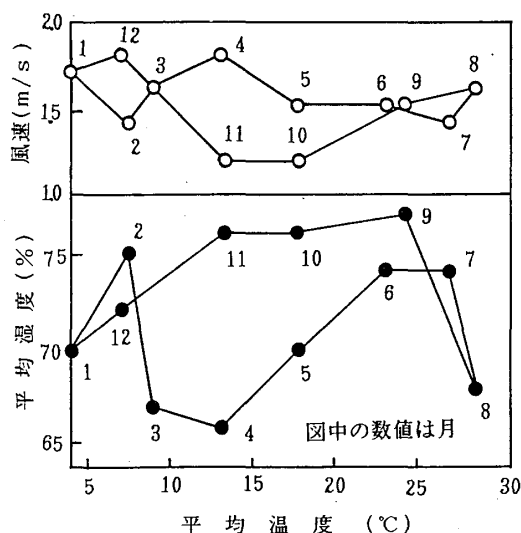


Fig.1 Weather impact at the actual investigation area

調査壁面数は、調査Iでは合計130壁、調査IIでは合計135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Table 1およびTable 2に示す。

Table 1 List of external walls investigated in different orientations (part I)

壁面調査	東	西	南	北	計
コンクリート	13	12	14	14	53
仕上げモルタル	11	12	12	13	48
A L C	7	8	7	7	29
総計					130

Table 2 List of external walls investigated in different orientations (part II)

壁面調査	東	西	南	北	計
コンクリート	15	15	17	17	64
仕上げモルタル	17	19	18	17	71
総計					135

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を考慮して、午前中の時期に測定を行った。

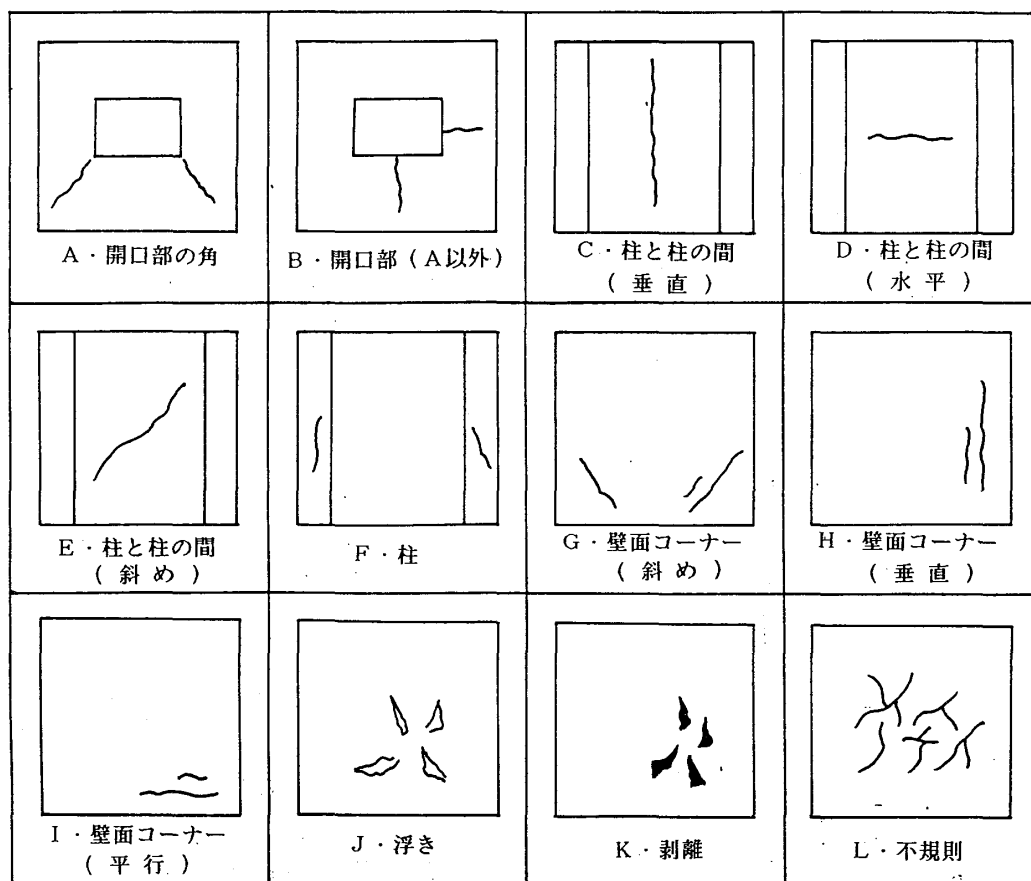


Fig.2 Classification of cracking patterns

### 3. 調査結果と検討

#### 3. 1 ひび割れの発生形態

外壁面に発生したひび割れを Fig.2 のような形態に大別し、その発生数を整理した結果を Fig.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回りのひび割れ (Photo 1 参照) と柱スパン中央部の垂直ひび割れ (Photo 2 参照) が大半を占めている。一方、仕上モルタルでは、上記のほかには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。

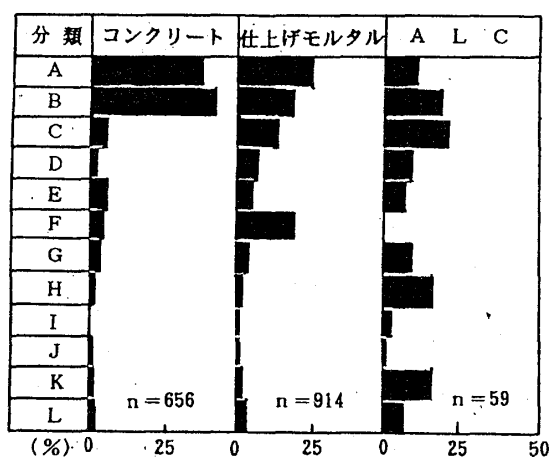


Fig.3 Frequency of cracking patterns

次に材料・工法別のひび割れ発生を比較するため、壁面数、開口部数を同一にして整理した結果を Fig.4 に示す。仕上モルタルでのひび割れ発生数はALG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およそ2倍程度であることから類推すれば、この種のひび割れ傾向は、乾燥収縮率の相違によるものと考えられる。

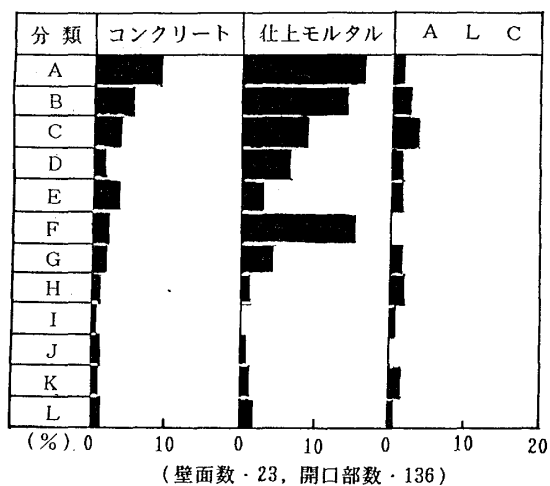


Fig.4 Frequency of cracking patterns

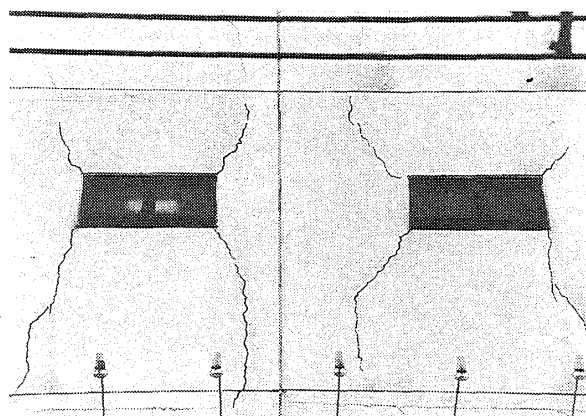


Photo 1 Cracking formed on the external wall of a building—Type A (window corner)

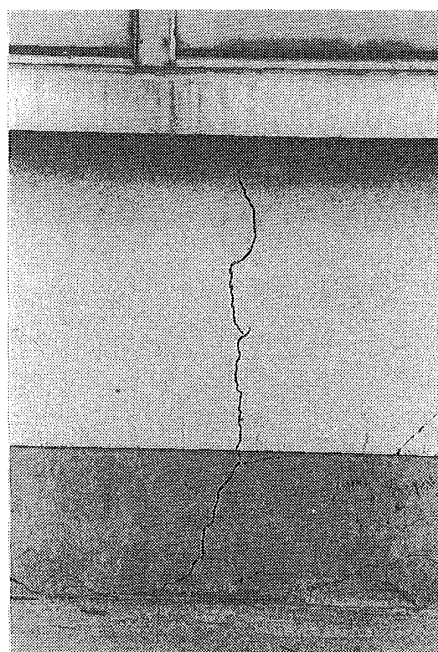


Photo 2 Cracking formed on the external wall of a building—Type C (column span)

なお、RC壁開口隅部の乾燥収縮によって生じる主応力は、材令6ヶ月において $50 \sim 140 \text{ kg/cm}^2$ 程度で、ひび割れ発生は避けられないという試算<sup>2)</sup>もある。

方位別・材料別の発生傾向を、一開口部当たりのひび割れ発生本数で比較した結果を Fig.5 に示す。

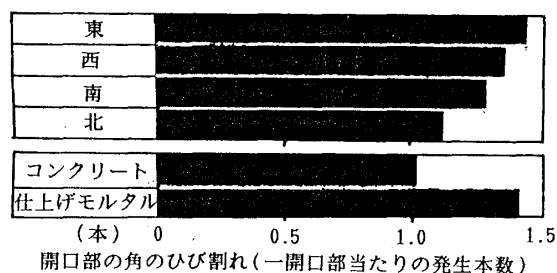


Fig.5 Results of investigations (Type A—window corner)

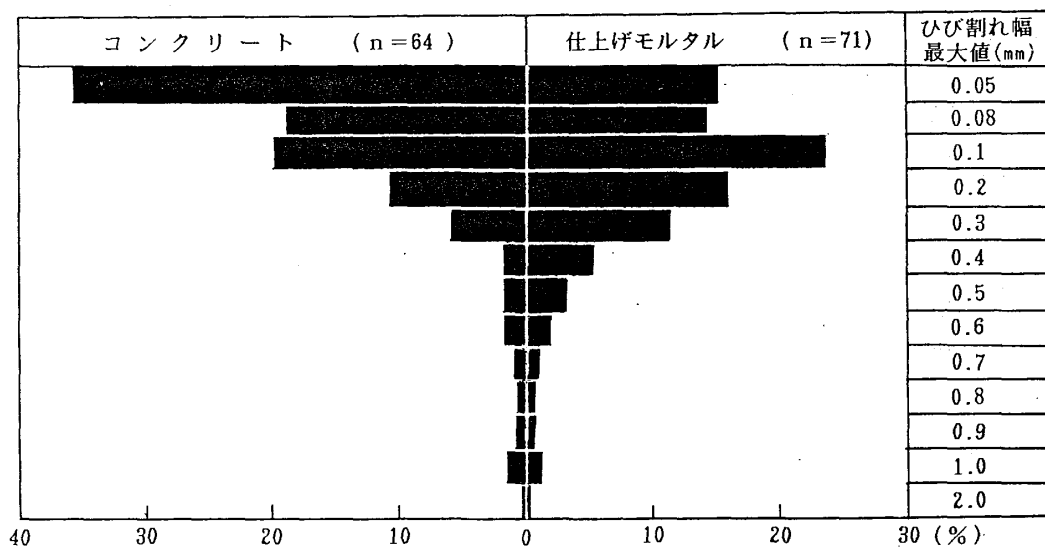


Fig.6 Results of investigations (maximum crack width)

方位別のひび割れ発生数では、概して日照を強く受ける壁面が多い。温度変動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モルタルのひび割れが多い傾向にある。

### 3. 2 ひび割れ幅

ひび割れ幅を最大値別に整理した結果を Fig.6 に示す。

コンクリートおよびモルタルともほとんどが1.0mm以下のひび割れである。しかし、その分布の傾向はコンクリートと仕上モルタルでは相違し、概してコンクリートのひび割れ幅の最大値はひび割れ幅の小さい方に位置している。

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割れ調査、補修・補強指針<sup>3)</sup>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。これに対応すれば、本調査の壁面において、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。

次に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 Fig.7 に示す。それによれば仕上モルタルでは0.25mm程度、コンクリートでは0.15mm程度である。方位別の平均ひび割れでは、仕上モルタルおよびコンクリートとも方位による顕著な相違はみられない。

一本のひび割れでも、ひび割れ内の幅が発生部位によって異なるものかを整理した結果を Fig.8 に示す。開口部回りでは、その大半が開口部に近い位置がひび割れ幅が大きい、またはひび割れ幅が一定である。これに対して、壁面内の垂直ひび割れの場合には顕著な相違はみら

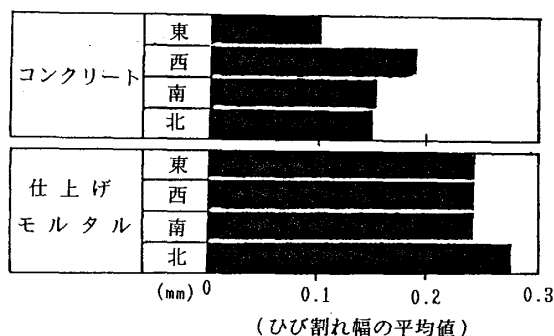
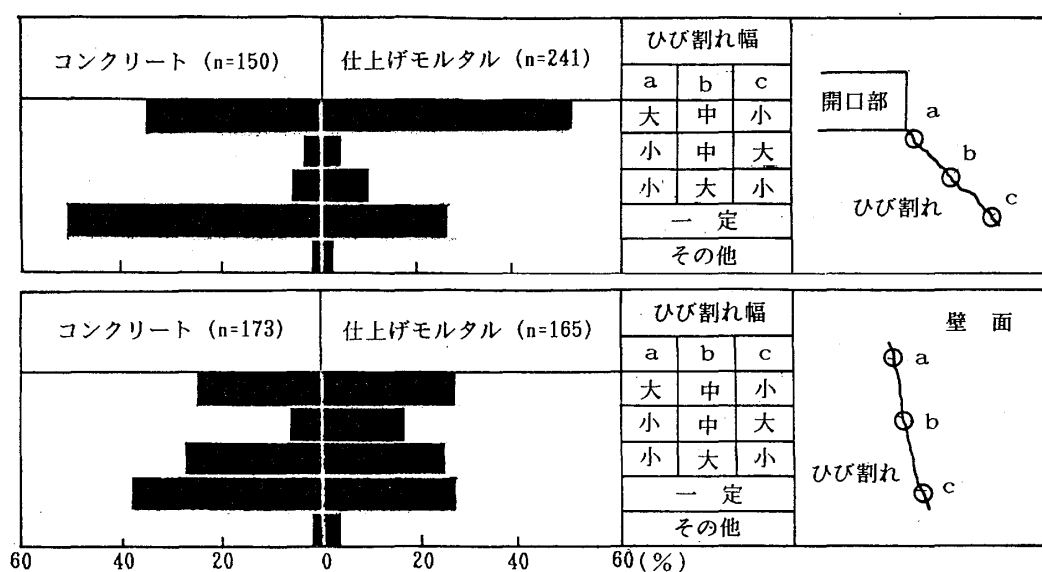


Fig.7 Results of investigations (mean crack width)

れない。

建物の経過年数とひび割れ幅の最大値・平均値との関係を Fig.9 に示す。経年とともにひび割れ幅の最大値および平均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のひび割れ、2～3年目頃から目立ってくる躯体の収縮ひび割れ、外壁の吸湿・蒸発の繰返しによるモルタル剝離現象の拡大、3～4年目頃から目立ってくる雨水等の浸透により流出する遊離石灰の白華・鼻たれ現象、4～5年目から目立ってくる塗装部分の変退色、7～8年目からの汚損、15年頃から問題になり始めるモルタルの剝落等が代表的な現象という報告もある<sup>4)</sup>。

ひび割れ幅の最大値と平均値との関係を Fig.10 に示す。両者の間に相関性が認められる。既往研究<sup>5)</sup>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



(上段：開口部回り 下段：壁面垂直ひび割れ)

Fig.8 Degrees of cracking formed by width

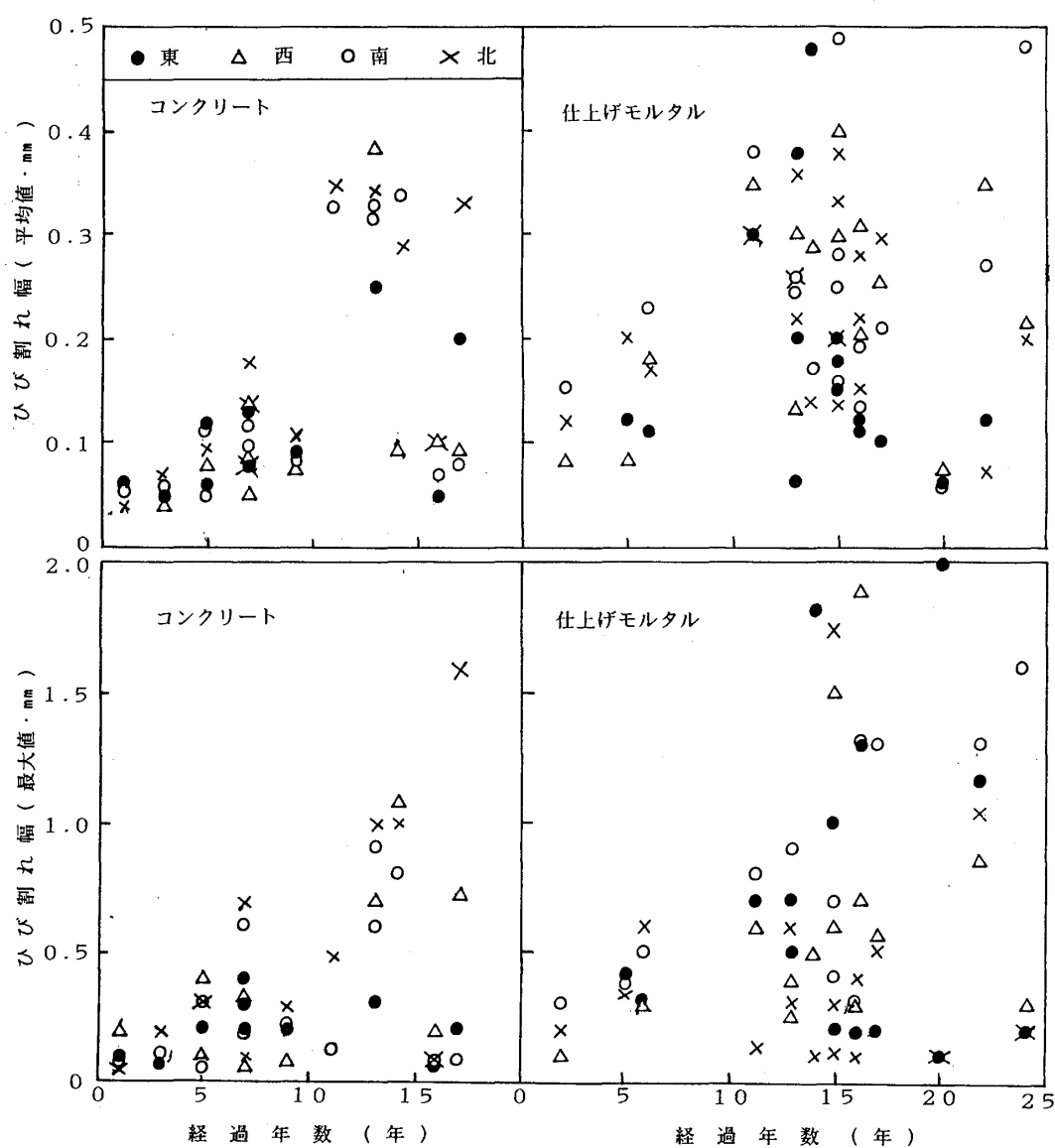


Fig.9 Typical relation of the crack width with respect to time

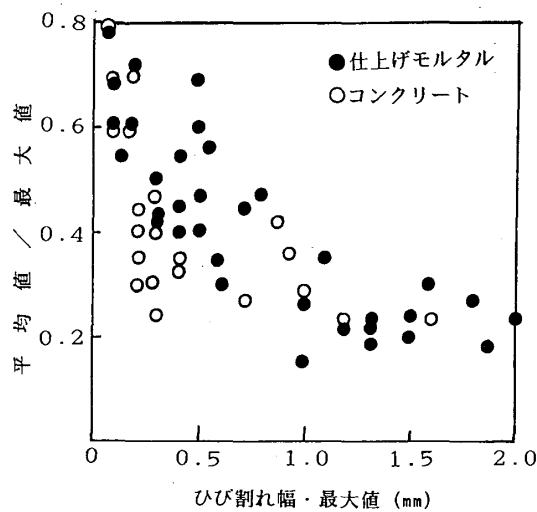


Fig.10 Typical relation between the mean crack width and the maximum crack width

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。

#### 4. むすび

モルタル・コンクリート外壁に発生するひび割れは、直接的にも間接的にも居住性能や耐久性等に関わる主要因の一つである。本研究では、瀬戸内地方の一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なった結果、次のようなことが明らかとなった。

- 1) 部位別ひび割れ発生数では、開口部回りと、柱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) 方位別のひび割れ発生数では、概して日照を強く受けている壁面が多い。
- 3) 上記1),2)において、コンクリートに比べ仕上げモルタルの方がひび割れ発生数は多い。
- 4) ひび割れのほとんどが1.0mm以下のひび割れで、コンクリートのひび割れ幅の最大値は、ひび割れ幅の小さい方に位置している。
- 5) 平均的ひび割れ幅は、コンクリートで0.15mm程度、モルタルで0.25mm程度である。
- 6) 開口部回りの一本のひび割れにおいて、その大半が開口部に近い位置ほどひび割れの幅は大きい。
- 7) 建物の経過年数とひび割れ幅の最大値・平均値との間に相関性が認められ、経年によるひび割れ幅の増大傾向は、概して経過年数10年以降顕著である。
- 8) 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。

本研究の実態調査には、調査当時本学学部学生であった荒井和之君、村上真也君らの協力を頂いた。ここに記して謝意を表します。

#### 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，日本建築学会刊，pp.1-140，1990.
- 2) 大谷・畠山ほか：RC壁開口隅部の乾燥収縮ひびわれに関する研究，日本建築学会大会講演梗概集，pp.171-172，1976.
- 3) 日本コンクリート工学協会：コンクリートのひびわれ調査，補修・補強指針，日本コンクリート工学協会刊，pp.1-185，1985.
- 4) 小原・折笠・関根：外壁の改修と保全設計，彰国社刊，pp.1-139，1988.
- 5) 仕入：コンクリートのひびわれに対する見方・考え方，コンクリート工学，vol.20，No.11，pp.4-8，1982.
- 6) 中西：鉄筋コンクリート造建物の壁体に発生した収縮ひびわれの実態調査，日本建築学会学術講演梗概集，pp.177-178，1977.