

報 告

[1037] 不純物(アスファルト, 木片・プラスチック)を含む再生コンクリートのプレキャスト非耐力壁への適応性について

河村 博之<sup>\*1</sup>・浜田 公也<sup>\*2</sup>

1. まえがき

リサイクル法の制定と廃掃法の改正に伴い、建設指定副産物であるコンクリート塊の利用法についての研究も数多くみられるようになったが、本報告は、福岡県科学技術振興財団の委託研究「コンクリート廃材活用についての研究」プロジェクト中の1グループとして、表記非耐力壁を試作し、施工性および物理的性質について実験を行った結果を報告したものである。

2. 目的

既往の規準案[1][2]および研究には、コンクリートに悪影響を及ぼす再生骨材に含まれる不純物を分別除去し、バージン材を使用したコンクリートに近い、比較的品质の高いコンクリートを得ることを目標としているものが多い。我々の研究グループは、ローコストで再資源化率を高めるために、若干の不純物を含んだグレードの低いコンクリートの利用範囲を拡大することを目標としており、本報告は、再生骨材に混じり易く、かつ選別のし難いアスファルト、木片・プラスチックが混入したままの再生骨材を使用した、規準案[1] III種程度の再生コンクリートを、プレキャストコンクリート非耐力壁に使用した場合、どのような支障が生じるかその適応性を検討したもので、実大壁を試作し、次の項目について実験を行った。

- 1) 打設上の問題点(練り上り、左官仕上げ、水引状況)。
- 2) 試作板コンクリートの物理的性質(比重、コンクリート強度、収縮量、吸水量)。
- 3) プレキャスト板の製品テスト(脱型時吊上力、収縮量、曲げクリープたわみ、塗装とタイルの付着状況、ひびわれ量、板の曲げ強さ)。

3. 実験

3.1 供試体の形状と種類

供試体の形状は図-1に示すように、収縮量、クリープたわみ、曲げ強さ試験を行うAタイプと、塗装状況、打込みタイルの付着状況、ひびわれ量を調べるBタイプの2種とし、脱型時吊上力は両タイプについて測定した。この他に、コンクリートの物理的性質を調べるための圧縮強度試験用100φ×200h試験体と、収縮試験用供試体100b×100d×400d試験体を作製した。

材料は、次のM-0~M-3の4種、とし、供試体の種類は、A、Bタイプ2種のそれぞれを、M-0~M-3の4種の材料で作製した8種類とした。

M-0: 普通骨材を使用したもの。

M-1: 再生コンクリート使用規準[1]のIII種程度を目標とし、不純物を含まないもの。

M-2: M-1の骨材の15%をアスファルトコンクリートで置換したもの。

M-3: M-1の骨材の0.15%づつを木片およびプラスチックで置換したもの。

\*1 九州産業大学教授 工学部建築学科、工学博士 (正会員)

\*2 九州産業大学副手 工学部建築学科、博士(工学) (正会員)

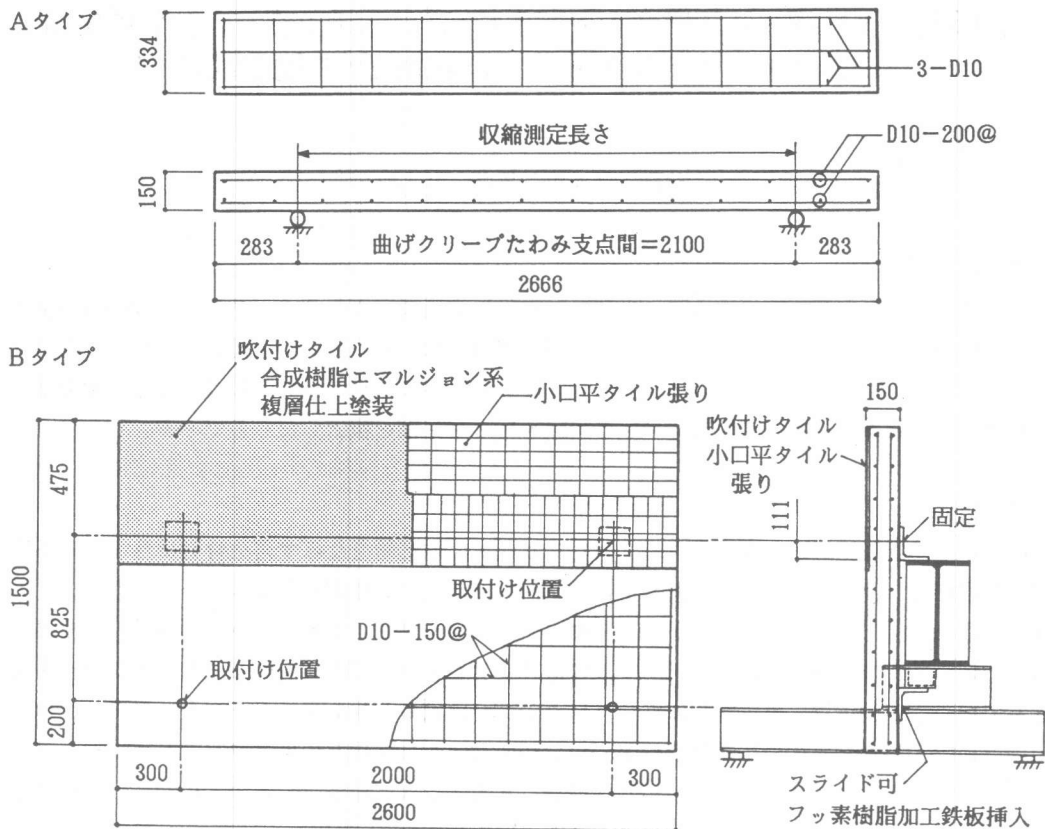


図-1 実大PCa板供試体形状

### 3.2 再生骨材の性質および再生コンクリートの調合

再生骨材の粒度分布は、図-2に示すように、路盤材を対象に破碎調整された25mm以下のものを手を加えずにそのまま用いたが、ほぼ使用規準内に入っている。骨材の比重、調合、その他の性質は表-1に示す。なお木片は木レンガ用米杵材を砕いたもの、プラスチック床下端筋用スペーサーを使用した。養生は、ベッドを40°Cに予熱後打設し、硬化開始後1時間まで（打設後4.8~7.0時間）40°Cを保ち、1.5時間かけて70°Cまで温度を上げ、その後自然冷却養生

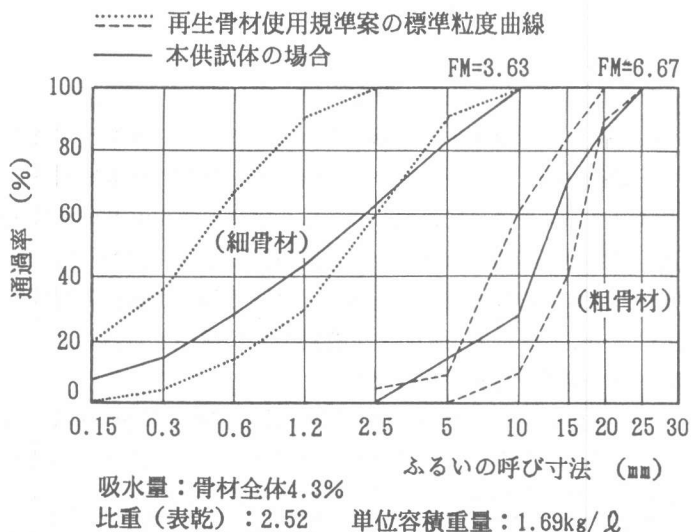


図-2 再生骨材の粒度分布

表-1 コンクリート調合・その他の性質

\* の数値は骨材の一部を不純物の重量だけ置換したもので  $m^3$  当たりになっていない

| 供試体<br>記号 | セメント<br>$kg/m^3$<br>(比重) | 骨材 $kg/m^3$<br>(比重) [単位容積重量]  |                               | 不純物<br>kg                                | 水<br>(W/C)<br>$kg/m^3$ | 混和剤<br>$Q/m^3$ | 空気量<br>(実測)<br>% | スランプ<br>cm   | 塩分<br>$kg/m^3$ |       |
|-----------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|------------------------|----------------|------------------|--------------|----------------|-------|
|           |                          | 細骨材                           | 粗骨材                           |  |                        |                |                  |              |                |       |
| M-0       | 300<br>(3.16)            | 海砂<br>406<br>(2.58)<br>[1.60] | 砕砂<br>440<br>(2.79)<br>[1.79] | 1108<br>(2.77)<br>[1.58]                 | 無                      | 161<br>(0.53)  | 0.25             | 3.0<br>(2.2) | 5.5            | 0.040 |
| M-1       | 256<br>(3.16)            | 再生骨材<br>(2.52) [1.69]         |                               | 1739                                     | -                      | 179<br>(0.70)  | 0.25             | 5.0<br>(2.7) | 8.5            | 0.068 |
| M-2       | * 256<br>(3.16)          | 再生骨材 * 1478                   |                               | 7スファルト<br>*261(2.21)                     | *179<br>(0.70)         | 0.25           | 5.0<br>(1.8)     | 6.0          | 0.057          |       |
| M-3       | * 256<br>(3.16)          | 再生骨材 * 1734                   |                               | 木片<br>*2.5(0.53)<br>プラスチック<br>*2.5(0.93) | *179<br>(0.70)         | 0.25           | 5.0<br>(3.2)     | 5.0          | 0.054          |       |

させ、打設後3日で脱型した。供試体により時間差があるのは、1つの試験用ベッドと型枠を用いて1週間に1つの割合で作製し、他の現場用PCa板の工程に合わせて作製したためである。

#### 4. 結果と検討

##### 4.1 打設上の問題点 (普通コンクリートM-0との比較)

コンクリート工、左官工に、状況をアンケートの形で質問したものをまとめると、表-2のようである。コンクリート打設時の色は、普通コンクリートに較べセメント量を少なくしたせいもあり、やや黄色味を帯びていたが、脱型後はほとんど区別がつかない。総体的にやや劣る部分もあるが、使用が困難と思われる程ではない。

##### 4.2 試作板コンクリートの物理的性質

表-3に示すように、スランプ5cmでは、セメント量 $300kg/m^3$ 以下で4週強度 $120kg/cm^2$ を出すことは容易である。ただし、骨材の粒度分布や混合物の量により変動し易いので、配合は試し練りによって決めるべきである。透水量も極めて多く、収縮量も図-3点線で示すように極めて

表-2 打設上の問題点 (普通コンクリートM-0との比較)

| 供試体<br>記号 | 練上り状態           | ワーカビリティ<br>パイプレーターのきき |          | 左官コテ仕上<br>仕上面 |                 | 水引3回目の金ゴ<br>テ仕上時間と感じ |
|-----------|-----------------|-----------------------|----------|---------------|-----------------|----------------------|
|           |                 | 良                     | 劣る       | 良             | 劣る              |                      |
| M-1       | 良               | 良                     | 良        | 良             | 仕上面やや劣る         | 4時間12分<br>感じは劣る      |
| M-2       | 多少劣る<br>表面に油が浮く | 良                     | 多少悪い     | べたつきならしにくい    | 良               | 3時間5分<br>感じはもっとよい    |
| M-3       | かなり悪い           | 劣る                    | 悪い 打設に時間 | 非常に悪い         | 木片, プラスチックの浮上なし | 2時間4分<br>感じはもっとよい    |

大きく、普通コンクリートに比べ2倍～3倍にも及ぶ。不純物の種類と量による差は、この程度ではそれほど大きくない。

#### 4.3 P C a板の製品によるテスト

1) 脱型時吊上力  
壁面積当たりの脱型時吊上力は、表-3に示すように、普通コンクリートとほとんど同じであった。従って、

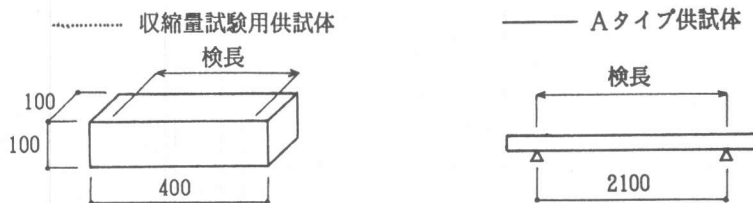
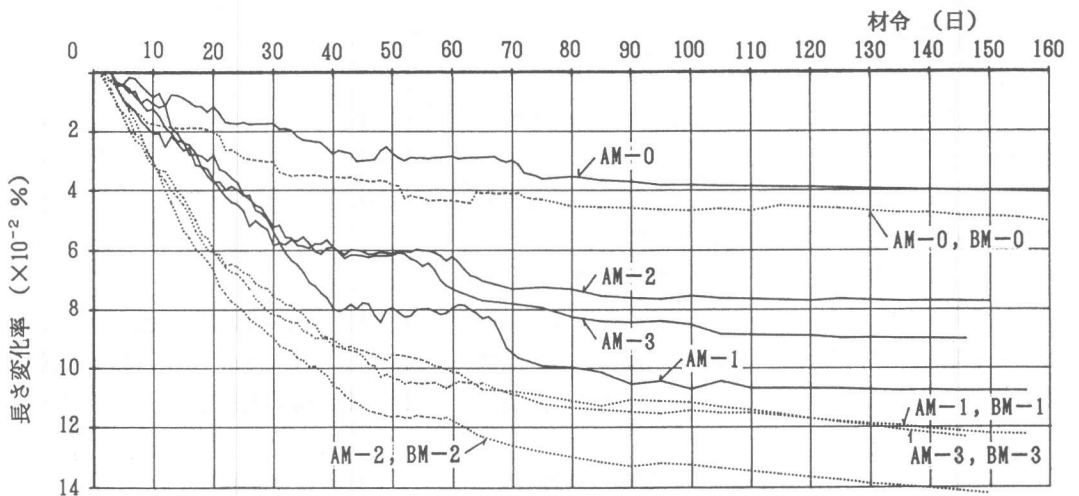
低強度の再生コンクリートを打設する場合には、脱型時に板にひびわれが生じないように、多点分散吊上げを行い、局部的に大きな曲げ応力を生じないようにするか、空気圧入法、剝離シート挿入法、タイル固定法等を考え、脱型時吊上力が小さくなる方法を講じることが好ましい。Bタイプ面積当たりの脱型時吊上力がAタイプに比べ大きいのは、タイルの打込みずれを防ぐために、

表-3 圧縮強度，比重，透水量，脱型時吊上力

透水量はインプット試験法による

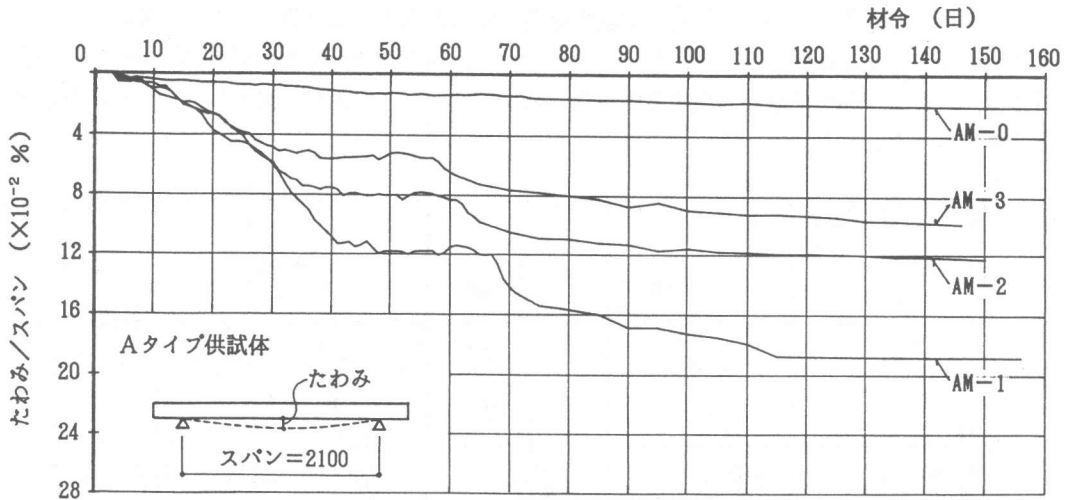
| 供試体記号        | 3日脱型時強度<br>kg/cm <sup>2</sup> (比重) | 4週圧縮強度<br>kg/cm <sup>2</sup> (比重) | 透水量<br>cm <sup>3</sup> | 面積当たり<br>脱型吊上力<br>kg/m <sup>2</sup> |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| AM-0<br>BM-0 | 161 (2.384)<br>//                  | 268<br>262 (2.382)                | 48<br>//               | 56<br>192                           |
| AM-1<br>BM-1 | 48 (2.114)<br>//                   | 86<br>88 (2.089)                  | 237<br>//              | 56<br>179                           |
| AM-2<br>BM-2 | 44 (2.152)<br>//                   | 86<br>92 (2.031)                  | 251<br>//              | 56<br>179                           |
| AM-3<br>BM-3 | 74 (2.178)<br>//                   | 130<br>131 (2.044)                | 91<br>//               | 56<br>231                           |

上段：屋内A供試体位置で養生 下段：屋外B供試体位置で養生



(a) 収縮量試験用供試体，Aタイプ供試体による長さ変化試験

図-3 (a) コンクリートの収縮量と曲げクリープ量



(b) Aタイプ供試体を用いた自重による曲げクリープ試験

図-3 (b) コンクリートの収縮量と曲げクリープ量

両面テープを用いたためである。

2) 収縮量と曲げクリープたわみ 図-3に示すように、再生コンクリートの収縮量は、普通コンクリートに較べ2倍～3倍に増大する。また、曲げクリープたわみは、脱型直後の強度が小さい時にセットしたため、自重による曲げモーメントにより既にひびわれを生じ、極めて大きい。収縮が大きい点は、プレキャスト板の場合は、軀体への取付け前であれば自由収縮することになるので、ひびわれの原因にはなり難い。ストックヤードでの存置期間を少し長目にし、なるべく収縮を進行させてから取付けることが好ましい。開口部のあるロ型壁はひびわれの検討を要する。曲げクリープの大きい点は、板のそりとひびわれの原因となるので、ストックの仕方（応力が大きくなるよう支点間距離を短くし、立ててストックする）を考慮せねばならない。

3) 塗装状況 エマルジョン系吹付タイル塗装については、脱型後10ヶ月の現在では、BM-0～BM-3の差はほとんど感じられない。

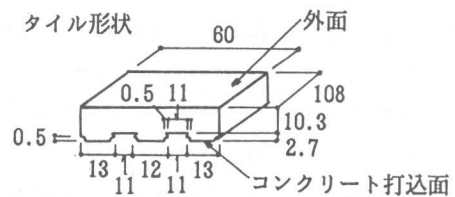
4) 打込みタイルの付着状況 付着試験では、表-4のようにはほぼコンクリートの強度に比例するが、BM-3が強度に較べて小さいのは、木片やプラスチックの影響が局部的に大きく現れたようである。

5) ひびわれ量 脱型後7ヶ月では、BM-1、BM-2には0.1mm程度のひびわれが1～2本生じたが、その他の供試体には0.05mm以上のひびわれは生じていない。脱型後2週間以上経過してから鉄骨に取付けると、その後の収縮量は約6割に減り、強度も大きくなるので、ひびわれは一層少なくなるであろう。

表-4 タイルの付着強度

\* は3日，1週，4週強度から試験時（材令時）強度を推定したもの

| 供試体記号 | 付着強度 (kg/cm <sup>2</sup> ) | 推定圧縮強度*(kg/cm <sup>2</sup> ) | 材令 (日) |
|-------|----------------------------|------------------------------|--------|
| BM-0  | 18.8                       | 270                          | 50     |
| BM-1  | 6.9                        | 90                           | 46     |
| BM-2  | 6.6                        | 95                           | 40     |
| BM-3  | 5.1                        | 135                          | 36     |



6) 板の曲げ強さ 図-4に曲げ試験の荷重-変形曲線を、表-5にひびわれ荷重とひびわれモーメントおよび降伏荷重と降伏モーメントを示す。ばらつきが大きいのが、風圧等の外圧の検討には、RC曲げ部材で通常使用する慣用式  $M_c = Z_e \cdot \sigma_s$  および  $M_y = a_s \cdot f_t \cdot j$  を用いてよいであろう。

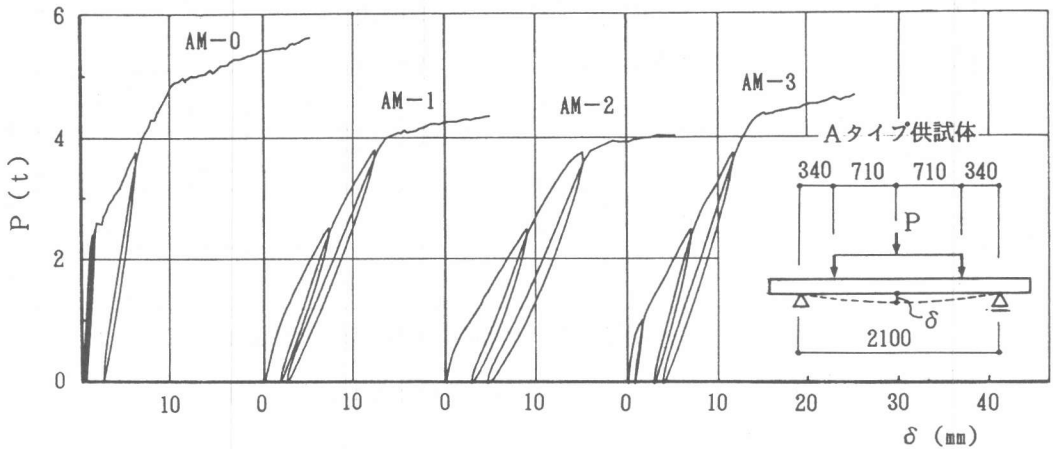


図-4 Aタイプ供試体による曲げ試験結果 (P-δ 曲線)

表-5 Aタイプ供試体曲げ試験結果 (材料強度, ひびわれモーメント  $M_c$ , 降伏モーメント  $M_y$ )

| 供試体記号 | 鋼材(kg/mm <sup>2</sup> ) |      | コンクリート(kg/cm <sup>2</sup> ) | 曲げ強さ(t, t·m)   |                |                |                |
|-------|-------------------------|------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|       | 降伏点                     | 引張強さ | 圧縮強度                        | P <sub>c</sub> | P <sub>y</sub> | M <sub>c</sub> | M <sub>y</sub> |
| AM-0  | 36.5                    | 52.5 | 318                         | 2.20           | 4.90           | 0.37           | 0.83           |
| AM-1  | //                      | //   | 115                         | -              | 4.05           | -              | 0.69           |
| AM-2  | //                      | //   | 122                         | -              | 3.80           | -              | 0.65           |
| AM-3  | //                      | //   | 157                         | 0.80           | 4.35           | 0.14           | 0.74           |

## 5. まとめ

本実験程度の不純物が混入した再生コンクリートならば、普通コンクリートに比較すると、強度は小さく、収縮量やクリープ量が多い点で劣るが、中高層建物に普及されている強度の小さなコンクリート系非耐力壁であるALC板に較べると[3]、重量は4~5倍で大きいのが、強度は3倍程度ならば、セメント量を300kg/m<sup>3</sup>程度使用すれば充分出すことができる。透水性や耐久性(鉄筋の錆)等ALC板より有利な面もあり、非構造壁としてならば充分実用的に使用し得る。

## 参考文献

- 1) (財)建設業協会建設廃棄物処理再利用委員会:再生骨材および再生コンクリートの使用規準(案)・同解説、pp.1-3、1977.5
- 2) 建設省総合技術開発プロジェクト:建設事業への廃棄物利用技術の開発概要報告書、pp.91-103、1986.11
- 3) ALC協会:ALCの現状と今後の方向、コンクリート工学Vol.13, No.5、pp.65-76、1975