

人造石の製造に関する基礎的研究

名城大学建設システム工学科 正会員 飯坂武男
名城大学大学院土木工学専攻 学生員 山田勝史
名城大学大学院土木工学専攻 学生員 岩月洋佑
名城大学土木工学科 ○早崎国夫
名城大学土木工学科 村山雅人

1. はじめに

人造石は「たたき」とも言い、現在ではほとんど見られなくなったが日本古来からの伝統的な左官技法の一つであり広く使用されていたものである。叩き締めて施工するところから、「たたき」と呼ばれていた。人造石は築造されてから 100 年以上もの間、荒波や風雪、地震など自然災害に耐え硬度を保ち、その後劣化、風化すると土にかえり廃棄物にならない。昨今の地球環境問題が叫ばれる中で人造石のように自然に帰した、環境に優しく自然環境共生材料であり、この技術・工法を見直す必要があると思われる。

本研究は人造石を公園等の歩道などに敷き詰めるタイルのように活用することを目的に、配合、強度等その適用性についての基礎的実験結果である。

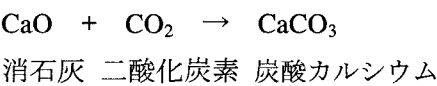
2. たたきと人造石

たたきと人造石は、石灰（主として消石灰）と種土（花崗岩の風化したサバ^{つち}土・真^ま土・真^ま砂）を原料にしていると考えてよくさらに分別するならば、小規模工事を「たたき」、大規模工事を「人造石」と呼んでいいと思う。たたきの技術は、明治の文明開化のなかで大規模工事に使われる人造石工法（人造石工法の典型的な形は、たたき練り土（石灰と種土）と自然石との組み合わせで大規模な構造物に見られる。）へと発達した。しかし明治後半から昭和にかけて人造石工法は、大量生産されるセメントと近代的なコンクリート工法に押され、経済的にも劣り途絶えていった。

3. 人造石の性質

3.1 硬化原理

原料の消石灰が空気中の二酸化炭素と反応して不溶性の炭酸カルシウムとなる。つまり、気硬性のセメントであるが、その反応速度は極めて遅く凝結は容易に深部に達しないと言われる。また、人造石は水硬性を持っている。



3.2 気孔

人造石には無数の細かい穴があり、電子顕微鏡写真によると細孔直径は 100 μm 程度が最も多く、次に 0.1 μm ~ 10 μm であると言われ、また絶対量が多いので音を多く吸収する性質があり、特に高周波（不快な高い音）の吸収性能が高い。また、温度調整力が高く地球温暖化防止にも役立つ材料でもある。

4. 実験概要

材料は種土、消石灰、水を使用し圧縮強度試験用型枠 φ10×20cm に配合（土：石灰=9:1,8:2,7:3,6:4,5:5）、水量（600, 800, 1000ml）、締固め荷重（5, 10, 20kN）、を変えた供試体を圧縮試験機で締固めて作り、養生期間は 1 週間, 2 週間, 1 ヶ月, 3 ヶ月として室内養生した。圧縮試験機で強度を測定した。なお供試体の 4 本分の容量を 2500cm³、土の比重を 2.647、石灰の比重を 2.24 とし配合を行った。人造石の配合表を表-1 に示す。

表-1 人造石の配合表

土：石灰	容量 (cm ³)		重量 (g)	
	土	石灰	土	石灰
9：1	2250	250	5956	560
8：2	2000	500	5294	1120
7：3	1750	750	4632	1680
6：4	1500	1000	3971	2240
5：5	1250	1250	3309	2800

5. 実験結果及び考察

5.1 水量と圧縮強度の関係

図-1-1、2に結果の一例を示す。図-1-1においては配合 6:4 が最も強度がでている。また水量と強度との関係はどの配合においてもほぼ比例の関係にある。図-1-2のように締固め荷重 5kN の場合のみ、圧縮強度は 9:1 が最も強い配合であった。これは土と石灰と水との反応が少なく、土と水との締固め効果であると考えられる。

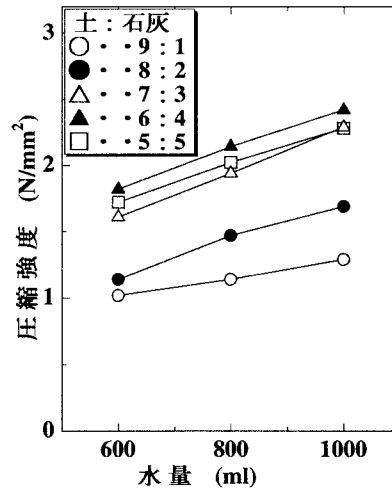


図-1-1 養生1ヶ月

20kNで締固め

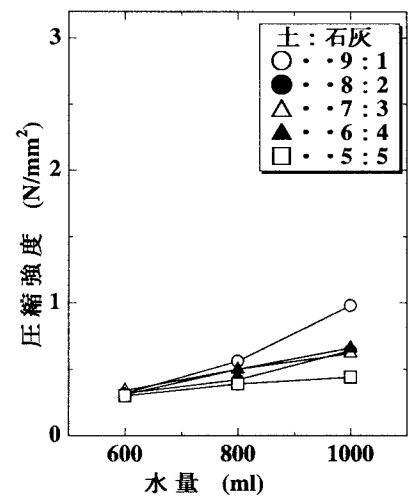


図-1-2 養生1ヶ月

5kNで締固め

5.2 締固め荷重と圧縮強度の関係

図-2は締固め荷重と強度の関係を示す。締固め荷重が大きいほど圧縮強度が大きくなるのが分かる。

5.3 養生期間と圧縮強度の関係

図-3は材齢と強度の関係結果である。この結果から強度発現状態は二段階のように思われる。第一段階は、締固めから材齢 14 日までは土と水による締固めの効果で、その後は消石灰と水による化学反応が加わり、強度が大きく現れていると思われる。特に配合 9:1、8:2 のように土が多く消石灰が少ないと土と水との締固めが主で 30 日までは凸型の結果となる。

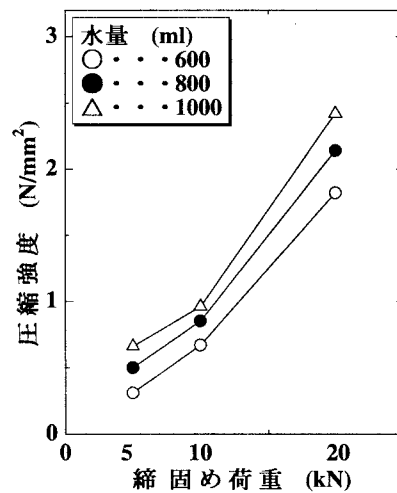


図-2 養生1ヶ月

配合6:4

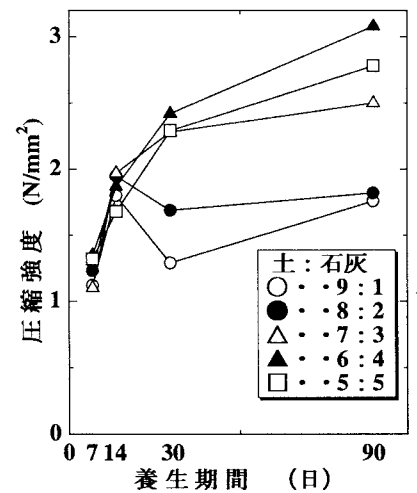


図-3 20kNで締固め

水量1000ml

5.4 同配合の養生期間と圧縮強度の関係

図-4 は最適配合と思われる場合の養生と強度の関係を示す。文献¹⁾において、最大圧縮強度は 5N/mm^2 というデータがある。本実験の供試体においてその値になるには、更に長期材齢の強度を調べる必要がある。

6. まとめ

- (1) 最適配合は、土：石灰を 6：4 の場合に最も強い強度が得られた。
- (2) 締固め荷重の大小は人造石の締固めの程度に影響する。
- (3) 最適締固め水量は、1000ml の場合に最大強度が得られるが、上限が 1000ml であるため今後検討が必要である。
- (4) 本実験では $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の供試体を使用し養生期間を 90 日まで行ったが、深部まで硬化していないと思われる配合もあり締固め及び供試体寸法等の影響について検討する必要がある。

参考文献

- 1) 大橋公雄：産業遺産研究第5号 論文・調査報告「人造石工法とその遺構」
- 2) 社団法人 地盤工学会：土質試験—基本と手引き—

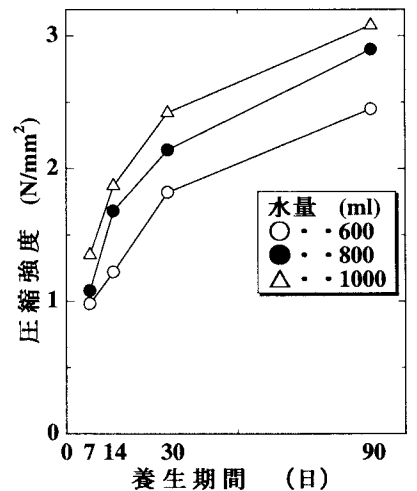


図-4 20kNで締固め

配合6:4