

長七たたきにおける骨材種類が強度特性および衝撃吸収性に及ぼす影響に関する研究

ライン生コン株式会社 正会員 ○伊藤 真弥
名古屋工業大学 正会員 吉田 亮

1. はじめに

長七たたき（人造石工法）は服部長七が19世紀に開発した工法であり、全国各地の土木構造物の建設に採用された。130年余り経過した今も現存する構造物が多いことは、その耐久性が高いことを示唆している。長七たたきは、消石灰を主材料とし種土と呼ばれる真砂土、水、少量のニガリを添加し作られている^{1), 2)}。しかし長七たたきによって築造された、構造物の耐久性および硬化メカニズムは、明確に証明されていない。本研究では、骨材種別の影響および化学混和剤を使用した場合の強度特性、そして衝撃吸収性に関する実験を行った。

2. 実験概要

2. 1 シリーズ, 使用材料および配合

本研究では、以下の3つの実験シリーズを実施した。

シリーズ1では、既往の研究³⁾を参考にし、表-1の配合を採用した。ここでは、骨材粒度および養生温度(20, 40°C)の違い、促進剤および高性能減水剤を添加し強度特性の検討した。

シリーズ2では、表-2の通りW/S=84%とし、骨材種別をパラメータとして強度特性および衝撃吸収性への影響を検討した。

シリーズ3では、化学混和剤と強度特性および衝撃吸収性の関係を検討した。

2. 2 試験項目

圧縮強度試験に用いる供試体の寸法はφ50×100である。シリーズ2で実施した割裂引張試験では、φ125×250の円柱供試体、曲げ強度試験は40×40×160の角柱供試体を用い、何れも28日間、標準養生(20±2°C)、または気中養生(15~20°C、湿度50~80%)を行った。

衝撃吸収性の試験では330×250×50のバットに試料を詰め、上記の養生後に70cmの高さからビー玉を落下させ、ビー玉の跳ね返り高さを測定した。

3. 試験結果および考察

シリーズ1の圧縮強度を図-1に示す。骨材粒度および高性能減水剤の添加および養生温度の違いでは、強度への影響は確認できない。

また、促進剤およびニガリを混和させた場合のみ強度の増加がみられた。理由促進剤を添加した場合、CSH ナノ粒子の作用により緻密化⁴⁾し強度増加がみられたと考えられる。ニガリを添加した場合、自身もつ凝固作用⁵⁾により強度増加がみられたと考えられる。

表-1 シリーズ1 配合一覧

| 品名 | 単用量 kg/m ³ | 容積比 | 密度 g/cm ³ | 粗粒率 | 製造業者・産地 |
|-----------------------------|--------------------------|-----|-------------------------|------|-------------------|
| ①消石灰 | 449 | 1 | 2.24 | — | 上田石灰製造(株) |
| ②砂 | 1187 | 2.3 | 2.58 | 2.80 | 美濃加茂市牧野産 |
| ③砂 | 1187 | | 2.54 | 1.50 | 加茂郡川辺町産 |
| ④水 | 100 | 0.5 | 1.00 | — | 水道水 |
| ⑤MgCl ₂ 6%水溶液 | 100 | — | — | — | 市販品 |
| ⑥マスター エクスシード | 4.49 | — | — | — | ボソリス ソリューションズ株 |
| ⑦高性能減水剤 | 4.49 | — | — | — | 竹本油脂株 |

表-2 シリーズ2 配合一覧 骨材種別比較

| 品名 | 単用量 kg/m ³ | 消石灰に対して の使用率 | 密度 g/cm ³ | 粗粒率 | 製造業者・産地 |
|---------|--------------------------|-----------------|-------------------------|------|------------------------|
| ①消石灰 | 449 | — | 2.24 | — | 上田石灰製造(株) |
| ②砂 | 1187 | — | 2.58 | 2.80 | 岐阜県美濃加茂市牧野産 |
| ③標準砂 | | — | 2.65 | 2.06 | (一社)セメント協会 |
| ④瀬戸産長石 | | — | 2.56 | 2.71 | 愛知県瀬戸産 (増岡窯業原材料(株)) |
| ⑤多治見産砂 | | — | 2.53 | 2.54 | 岐阜県多治見市産 |
| ⑥蛙目粘土1号 | | 10 20 50 | — | — | 愛知県瀬戸産 (増岡窯業原材料(株)) |
| ⑦蛙目粘土2号 | | 10 20 50 | — | — | (増岡窯業原材料(株)) |
| ⑧水マゲ | | — | — | 50 | — |
| ⑨水 | 377 | — | — | — | 水道水 |

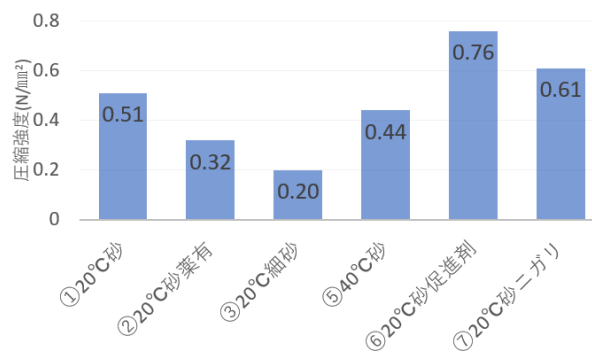


図-1 シリーズ1 圧縮強度

キーワード 長七たたき, 消石灰, 気中養生, 衝撃吸収性

連絡先 〒509-0303 岐阜県加茂郡川辺町石神 681-1 ライン生コン(株) TEL0574-53-2567

シリーズ2における各種強度試験結果を図-2~4に示す。骨材種別による強度差は小さく、気中養生を施した場合、水中養生に比べ強度の増加が2倍程度となっている。これは気中養生したことにより供試体内部が乾燥したため、強度が増加したように見えたと考えている。割裂引張強度は圧縮強度の1/13程度となっており、骨材種別による傾向も前述した圧縮強度の結果と同様である。曲げ強度試験は、試験体の寸法が小さかったため、測定不能となった。衝撃試験においては、水を含む場合、衝撃吸収性能が高まる傾向が確認できた。標準養生を施した試験体において各強度試験を行った際にも、変形が5~8mm程度生じており、この変形性能が衝撃吸収性を向上させたと考えられる。

シリーズ3の圧縮強度試験の結果を図-5に示す。化学混和剤を添加することで強度が増加した。これは、施工性の改善したことに起因する。またS/Wによる関係式に相関性が見られた。

3. まとめ

本研究で得た知見を以下に示す。

- 1) 養生温度、骨材の粒度における強度への影響は、みられない。促進剤およびニガリを混和させた場合、強度増加が期待できる。
- 2) 試験体内に水が飽和された状態であるほど衝撃吸収性および変形性能は向上する。
- 3) 化学混和剤を添加した場合、施工性が改善するため、強度増加が期待できる。

参考文献

- 1) 大橋公雄: 人造石(たたき)工法とその遺構, 産業遺産研究第5号 Vo15, pp44-53, 1998. 5
- 2) 吉田夏樹: 明治7年に竣工した旧大阪府庁舎の基礎に見られた石灰コンクリート, GBRC, Vol137. No. 4, 2012. 10
- 3) 天野武弘: 歴史的土木工法「人造石工法(長七たたき)」に今一度光を, 土木学会誌, Vol. 106, No. 3, pp84-85, 2021.
- 4) ポゾリスソリューションズ(株): 水和生成物を添加する新しいコンセプトの早強剤「マスターエックスシード100J」, J-GLOBAL, 63号 pp4, 2015, 4
- 5) 竹下裕二, 谷本康太, 大山孝政, 田村二郎: たたき土の地盤工学的性質に関する考察, 地盤と建設, Vol124. No. 1, 2006. 6

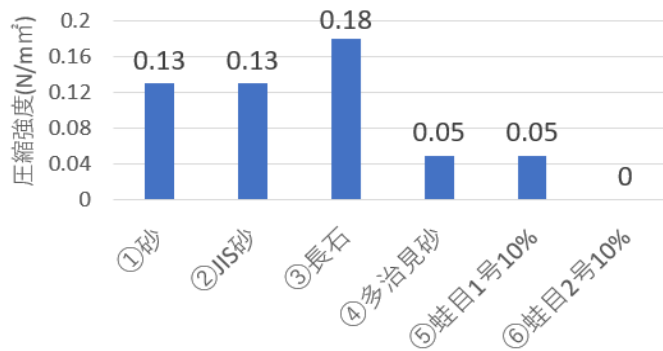


図-2 シリーズ2 W/S=84% 圧縮強度(標準)

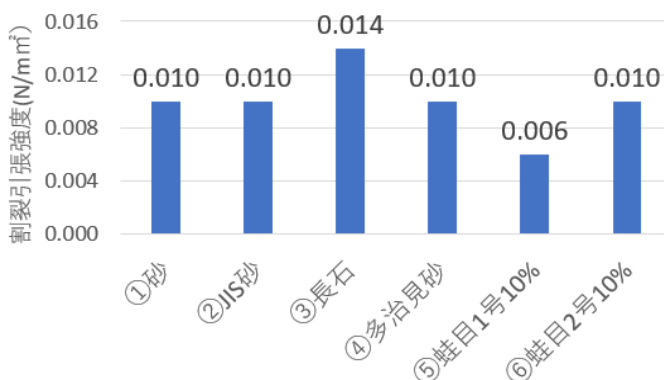


図-3 シリーズ2 W/S=84% 割裂引張強度(標準)

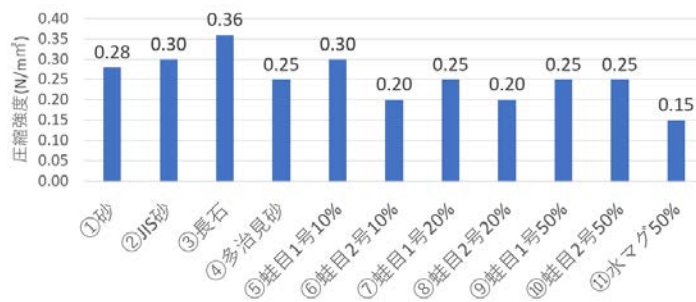


図-4 シリーズ2 W/S=84% 圧縮強度(気中)

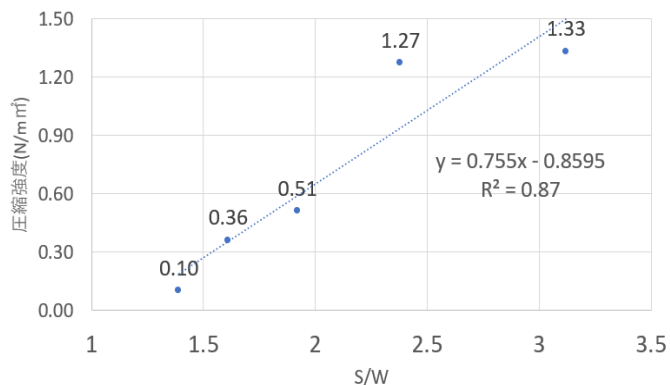


図-5 シリーズ3 S/W関係式