

## 長七たたきにおける骨材種類および養生条件が強度特性に及ぼす影響に関する検討

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<sup>1), 2)</sup>。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、骨材種別および骨材物性、養生条件、化学混和剤が強度に与える影響性について検討した。

## 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2つの実験シリーズを実施した。シリーズ1では、表-1の通りW/S=84%とし、骨材種別、養生条件をパラメータとし強度特性について検討した。

シリーズ2では、表-2の通りW/Cをパラメータとし化学混和剤と強度特性について検討した。

## 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1では、28日間、56日間、標準養生(20±2℃)、気中養生(20℃±2℃,湿度60%±5%)、気中養生(20℃±2℃,湿度88%±5%)、炭酸化養生(20℃±2℃,60%±5%,CO<sub>2</sub>濃度5%±0.2%)を行い、圧縮強度試験を実施した。

シリーズ2では、28日間、標準養生(20±2℃)、気中養生(15~20℃,湿度50~80%)養生を行い、圧縮強度試験を実施した。

## 3. 試験結果および考察

シリーズ1の圧縮強度試験の結果を図-1、図-2、図-3、図-4に示す。

図-1、図-2より、標準養生を行った場合、表-3に示す、骨材物性の影響、σ<sub>28</sub>~σ<sub>56</sub>の強度増加は、小さい。

これは、水中に試験体を養生した場合、溶脱が生じ、試験体が崩壊する現象が生じた。試験体内部の水が浸入し、飽和状態となるため、強度増加は、期待できないと考える。

図-3、図-4より、気中養生(20℃,湿度60%,88%)を28,56日間、行った場合、粘土、真砂土において、強度が高い傾向を示した。

これは、図-5に示す粒形加積曲線<sup>3)</sup>より粒度分布が良好である、砂+粘土、真砂土は、強度増加に影響したと考える。

炭酸化養生を行った場合、図-3、図-4に示すとおり、骨材種別に関係なく、強度が高い傾向を示している。

表-1 配合一覧 骨材種別比較シリーズ①

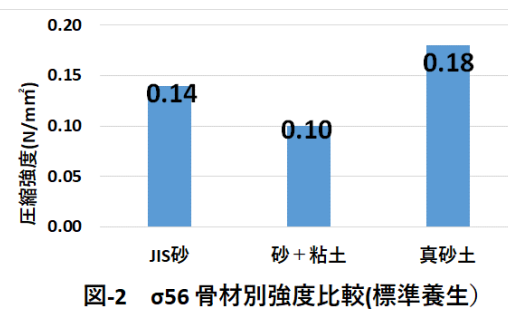
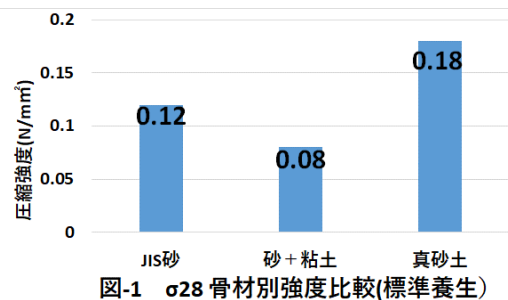
W/S=84%					
品名	単位置	骨材割合 (%)	密度 g/cm <sup>3</sup>	粗粒率	製造業者・産地
	kg/m <sup>3</sup>				
①消石灰	449	—	2.24	—	上田石灰製造(株)
②砂	1187	100	2.58	2.80	岐阜県美濃加茂市牧野産
③標準砂		100	2.64	2.06	(一社)セメント協会
④瀬戸産真砂土		100	2.46	3.45	愛知県瀬戸産 (増岡窯業原材料(株))
⑤蛙目粘土1号 (粉砕加工)		50 (②と混合)	—	—	愛知県瀬戸産 (増岡窯業原材料(株))
⑥水	377	—	—	—	水道水

表-2 配合一覧 W/C比較シリーズ②

W/C=32%,42%,52%,62%,72%					
品名	単位置	容積比	密度 g/cm <sup>3</sup>	粗粒率	製造業者・産地
	kg/m <sup>3</sup>				
消石灰	449	1	2.24	—	上田石灰製造(株)
砂	1187	2.3	2.58	2.80	美濃加茂市牧野産
水	各々	0.5	1.00	—	水道水
高性能AE減水剤	各々	—	—	—	竹本油脂(株)

表-3 骨材物性

	品名	密度	吸水率	実積率	粗粒率
①	木曾川産砂	2.58	1.69	67.0	2.82
②	標準砂	2.64	0.42	66.7	2.06
③	まさ土	2.46	4.53	61.8	3.45



キーワード 長七たたき、消石灰、気中養生、炭酸化養生

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) TEL 0574-53-2567

また、28 日間、養生した段階でフェノールフタレイン溶液を散布した結果、試験体内部まで炭酸화가進行していた。

これは、材齢 28 日以前、比較的早い段階で炭酸화가進行し、強度が発現していることから長期材齢における強度増加は、期待できない。

図-6 より、質量減少量は、温度 20℃、湿度 60%の環境下において、炭酸化養生が少ないことを示している。これは、炭酸化反応<sup>4)</sup>が生じ、炭酸カルシウムが内部に生成され、質量減少量が抑制されたと考える。

今後、骨材粒度および、骨材組成と消石灰の反応に関して、化学分析を行い、圧縮強度に対する影響を検討している。

シリーズ2の圧縮強度試験の結果を図-7、図-8に示す。化学混和剤を添加することで圧縮強度が増加した。

図-7、図-8に示すとおり、両者ともにC/Wと圧縮強度の相関性が認められる。図-7に示す、気中養生では、C/Wに対する、強度増加が標準養生に比べ大きくなる。これは、シリーズ1で示した結果と同じ傾向を示した。

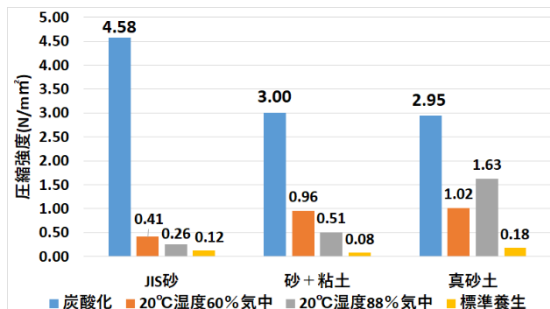


図-3 σ28 各養生別比較

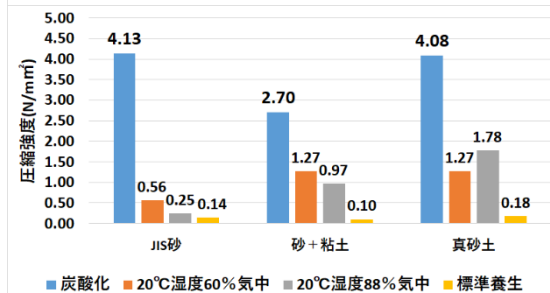


図-4 σ56 各養生別比較

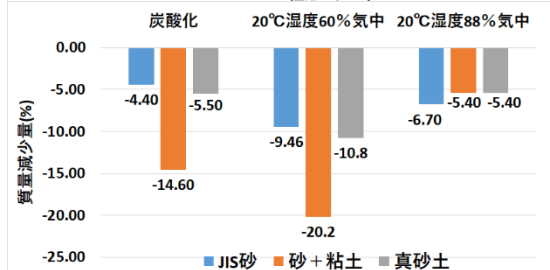
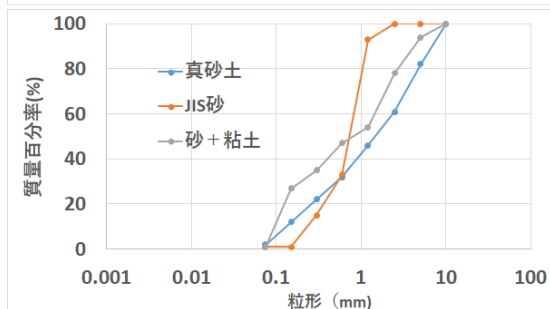


図-6 σ0~56 質量減少量

3. まとめ

本研究で得た知見を以下に示す。

- 1) 図-1、図-2 より標準養生を行った場合、強度への影響は、小さい。一方、気中養生を行った場合、図-5 に示す粒形加積曲線から粒度分布が良好である、砂+粘土、真砂土は、強度に影響がある。
- 2) 炭酸化養生においては、骨材種別に関係なく強度増加が確認できる。図-3、図-4 よりσ28以前に強度が上昇しており、長期材齢における、強度増加は、小さい。
- 3) 化学混和剤を添加した場合、施工性が改善し、強度増加が期待できる。図-7 より気中養生では、C/Wの影響が大きくなる。図-8 より標準養生では、気中養生に比べ、C/Wの影響が小さくなる。

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 Vol15, 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) 福田光治，宇野尚雄：粒度評価径の提案とそれに基づく日本統一土質分類法の分析，土木論文集 No. 582/Ⅲ-41, 125-136, 1997, 12
- 4) 小林一輔，宇野祐一：コンクリートの炭酸化メカニズム，コンクリート工学論文集，第1巻第1号，1990年1月

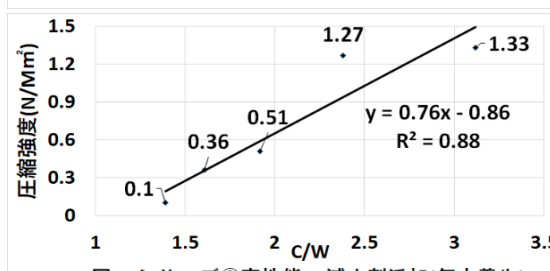


図-7 シリーズ②高性能AE減水剤添加(気中養生)

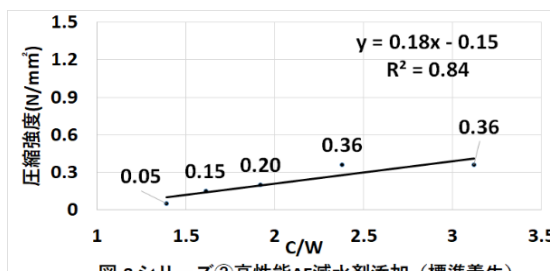


図-8 シリーズ②高性能AE減水剤添加(標準養生)