卒業研究

練混ぜ時間及び手順の調整とショ糖添加による木灰セメント硬化体の強度増進

学籍番号 1250086　氏名 白澤 千尋　指導教員 大内 雅博

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

要旨：練混ぜ時間と手順の調整による木灰セメント硬化体の圧縮強度増進効果を調べた。強度増進に有効な水飛灰比の低下に対して、練混ぜ時間の増加により充填が容易になり強度が向上したが、水比の低下には限界があった。そこで、水や飛灰を分割して投入する練混ぜにより、より低い水飛灰比での充填が可能となった。さらに、ショ糖の添加により、強度を維持したまま低水比での充填性能を高めた。

Keywords :*木灰セメント,主灰,飛灰,圧縮強度 ,練混ぜ時間,分割投入,ショ糖*

1.　はじめに

本研究室では木灰と水のみを原料とした木灰コンクリートを開発したが、実用の観点からは強度増進が必要である。本研究では、練混ぜ時間及び手順を調整とショ糖の添加により、水飛灰比(以降「水比」)を小さくすることで木灰セメント硬化体の強度増進と充填性能の向上を図った。

主灰はボールミル（ボール数:50 個、回転数:65 回転/分、投入量: 1kg）にて 1 時間粉砕したものを使用し、主灰と飛灰の混合比率は 55:45 とした。練混ぜ手順は、主灰と飛灰を投入して空練り 30 秒間の後に、計量した水を投入して本練りを行った。練混ぜ後は供試体を温度と湿度一定(20℃、相対湿度 60%)の恒温室にて 7 日､28 日静置し､圧縮試験を行った。

表−1　使用材料

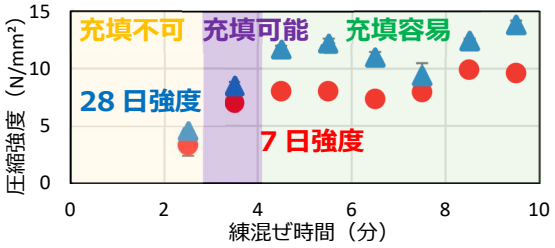
	水	主灰	飛灰
表乾密度(g/cm²)	1.00	2.04	2.36
吸水率(%)	−	0.114	−

表−2　配合

水飛灰比 (%)	水 (kg/m²)	主灰 (kg/m²)	飛灰 (kg/m²)	ショ糖飛灰比 (%)
70	605	567	772	0
60	565	607	826	0
50	519	653	889	0
45	493	678	924	0
40	465	706	961	0
35	434	736	1002	0
30	401	769	1047	0〜3.0

2.　練混ぜ時間増大による強度増進

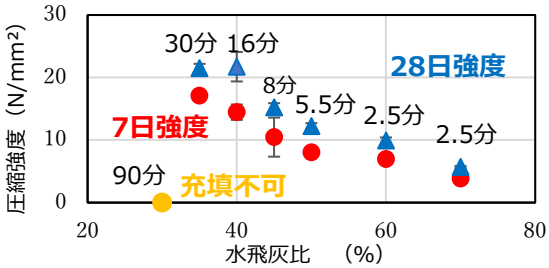
水比 50%とし､本練りの練混ぜ時間 2.5､3.5､4.5､5.5、6.5、7.5、8.5、および 9.5 分の強度を比較した。練混ぜ時間 3.5 分以上で充填が可能になり、4.5 分以上で充填が容易になった。練混ぜ時間を長くすることによって充填を可能にし、圧縮強度を向上させることができた（図−1）。



図−1　所要練混ぜ時間と圧縮強度の関係

3.　水比別の強度増進

水比 70、60、50、45、40、35、および 30%にて、強度の比較をした。全体がまとまり表面に水気が見られたものを充填可能と判断し練混ぜを行った。水比が低くなるに従い必要な練混ぜ時間が長くなった。水比が低いほど強度が高くなり、水比 35%で 21N/mm² に達した。しかし、水比 30%では練混ぜ開始後 60 分以降の 30 分間変化がなく水気が見られなかったため充填不可能と判断した(図−2)。



図−2　水比と圧縮強度の関係

4. 水の二分割投入による強度増進

充填が不可能であった水比 30%にて、水を二度に分けて投入し練混ぜた。一次練り時の水比 15%、20%、25%と変化させ、強度を比較した。材齢 7 日強度は一次練りの水比が低いほど高くなった。材齢 28 日強度は全て 21N/mm² を超えたが、充填性能が悪く、時間を要した(図-3)。

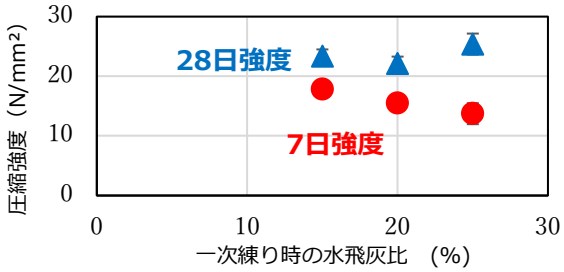


図-3 水の二分割投入による圧縮強度の比較

5. 飛灰の二分割投入による強度増進

水比 30%において、飛灰を二度に分けて投入し練混ぜた。一回目に投入する飛灰の割合を 67%、70%、75%と変化させ、強度を比較した。材齢 7 日、28 日強度共に飛灰投入率 70%が強度のピークであった。水二分割同様に材齢 28 日強度で 21N/mm² を超えたが、充填性能が悪く、時間を要した(図-4)。

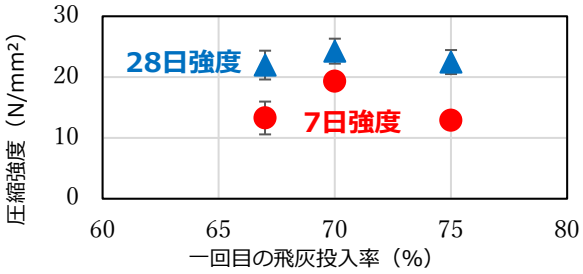


図-4 飛灰の二分割投入による圧縮強度比較

6. ショ糖添加による充填容易化

水比 30%において、飛灰に対してショ糖を質量比 0.1、0.3、0.5、1、および 3%添加し、圧縮強度を求めた。添加率が大きいほど充填時間が短くなった(図-5)一方、大きすぎると強度は低下した(図-6)。

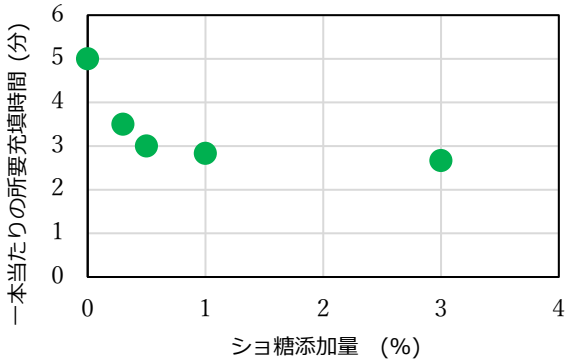


図-5 ショ糖添加量別による一本当たりの充填時間

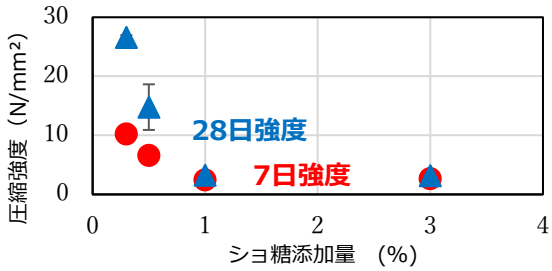


図-6 ショ糖添加による圧縮強度

7. ショ糖添加による水和反応の遅延の確認

ショ糖添加により充填が容易になったのは、水和反応の遅延が要因である可能性がある。そのことを確認するため、ショ糖の各添加量に対して材齢 1 日、2 日および 3 日での強度を求めた（図-7）。

ショ糖無添加では材齢 2 日で供試体が自立する十分な強度が出ていたが、添加したものは材齢 3 日でも強度の向上は見られなかった。よって、ショ糖は水和反応の遅延を生じさせたと推察した。そして、この遅延により、フレッシュ時の充填性能が高まったものと考察した。

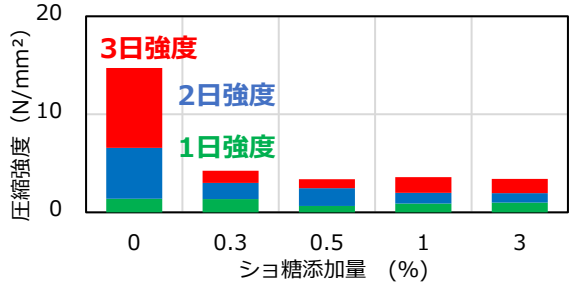


図-7 ショ糖添加による圧縮強度比較

8. まとめ

練混ぜ時間を長くすると、より低い水比でも型枠内への充填が可能になり、強度を高めることが出来た。練混ぜ時間は水比が低くなるほど長くなった。さらに、水や飛灰の分割投入により充填可能水比をさらに下げることができた。

さらに、ショ糖の添加により強度を維持したまま低水比での充填性を高めた。

【参考文献】

1) 和田晃宜：砂糖添加による水和反応進行の抑制が自己充填性能安定性化のためのフレッシュモルタルの性状に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.43，2021 年

2) 博田紗季：減水剤添加と練混ぜ時間・充填時間調整による木灰コンクリートの強度増進，高知工科大学卒業研究概要書，2024 年