

減水剤後添加型練混ぜ手順による木灰セメントペーストの軟度向上

学籍番号 1250042 氏名 尾林 聖則 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：木灰コンクリートの練混ぜに際して、減水剤を水のみでの練混ぜの後に添加することにより減水剤の粒子分散効果が発揮され、スランプ値が増加した。それにより、セメントペーストから空気が抜けやすくなり、空気量の増加が抑制され、充填率の低下を抑制した。また、飛灰粒子が分散したことにより、水和反応が促進し、強度増進へとつながったものと考察した。

1. はじめに

高知工科大学コンクリート研究室では木灰を水のみで練混ぜる木灰コンクリートを開発したが、実用化のためには強度と施工性を高める必要がある。低い水飛灰比（以降「水比」）に対して長時間の練混ぜや締固めにより、強度増進の可能性を得られたが、締固めに手間と時間を要するという課題がある¹⁾。

本研究では、低水比での木灰セメントペーストの軟度向上・施工性向上と、強度増進を目指し、減水剤の添加タイミングと練混ぜ手順の調整を行った。

2. 配合及び試験方法と新しい練混ぜ手順

主灰と飛灰の混合比率は 45:55 とした。主灰はボールミルにて 1 時間粉碎したもの（投入量：1kg、回転数：65 回転/分、ボールの数：50 個）を使用した。減水剤無添加のものの練混ぜ（図-1）は、主灰と飛灰を投入し、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。従来の練混ぜ手順（以降「同時添加型」）（図-2）では、主灰と飛灰を投入し、空練り 30 秒の後に計量した水または減水剤を混ぜた水を投入し、本練りを行った。この練混ぜ手順では飛灰粒子同士が付着し合っている状態で減水剤が添加されるため、減水剤が吸着できる表面積が小さくなると考えた。よって、減水剤の効果が薄れるのではないかと考え、減水剤後添加型練混ぜ手順（図-3）を考案した。減水剤後添加型練混ぜ手順では、主灰と飛灰を投入し、空練り 30 秒の後に計量した水を投入し、本練りを行い、その際に減水剤を添加し、90 秒間練混ぜた。この練混ぜ手順では飛灰粒子同士が付着し合っている状態から水だけで練混ぜることにより高負荷がかかり、粒子がほぐれると考えた。それにより、減水剤が吸着できる飛灰の表面積が大きくなり、減水剤の効果が出やすくなると考えた。減水剤には「SP8SV」を用い、飛灰に対する質量比を変化させて添加した。練混ぜ後に作成した供試体（直径 50mm×高さ 100mm の円柱）を温度と湿度一定（20℃、相対湿度 60%）の恒温室内にて 7 日間または 28 日間静置し、圧縮試験を行った。

表-1 使用材料

	水	主灰	飛灰
表乾密度(g/cm ³)	1.00	2.04	2.36
吸水率(%)	—	0.114	—

表-2 配合

水比 (%)	水 (kg/m ³)	主灰 (kg/m ³)	飛灰 (kg/m ³)	減水剤 (%)
50	377	618	755	0~10

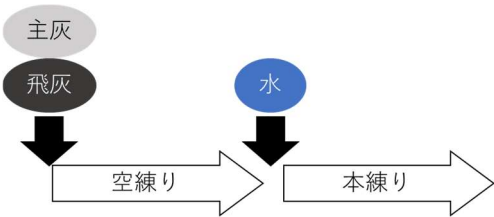


図-1 減水剤無添加の練混ぜ手順

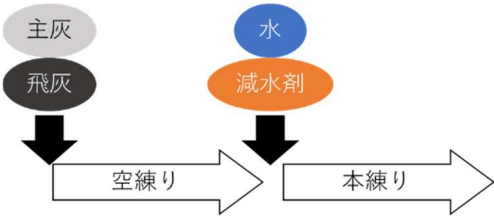


図-2 同時添加型練混ぜ手順

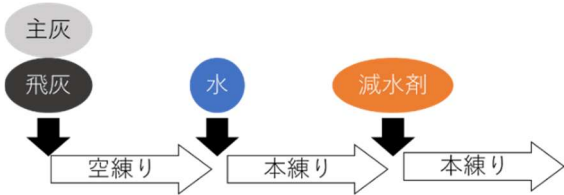


図-3 減水剤後添加型練混ぜ手順

3. 減水剤の添加順序がスランプ値に及ぼす影響

水比 50%において、減水剤を添加しないもの、減水剤同時添加型、減水剤後添加型にてそれぞれ練混ぜを行い、スランプ値を調べた。減水剤の添加を後にすることで、スランプ値が大きくなった（図-4）。これは減水剤添加タイミングを後にすることで減水剤の粒子分散効果が発揮したと考察した。

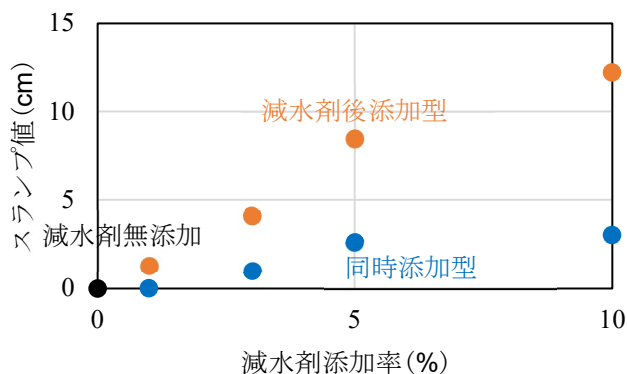


図-4 減水剤の添加タイミングによるスランプ値

4. スランプ値が大きくなったことによる充填率向上と充填時間短縮

スランプ値が大きくなったことにより、同時添加型では充填率が低下したが、減水剤後添加型では充填率の低下が小さかった（図-5）。同時添加型ではセメントペースト中に微細気泡を多く含んでしまったことが充填率の低下を招いた原因と考察した²⁾。一方、減水剤後添加型ではスランプ値が大きくなったことでセメントペーストから空気が抜けやすくなり、充填率の低下を抑えたと考察した。

また、スランプ値が大きくなると、セメントペーストの表面に水気が出てきた時点を目安とした充填の所要時間は短くなった（図-6）。

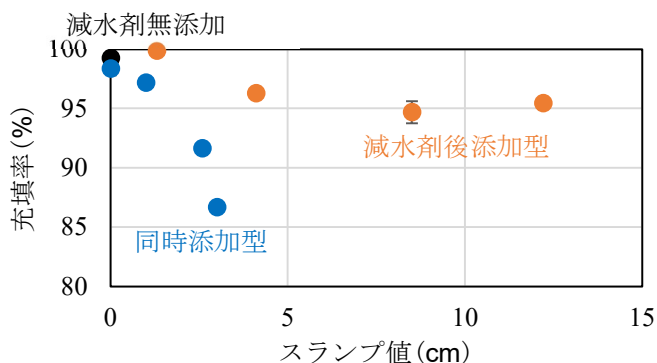


図-5 スランプ値と充填率の関係

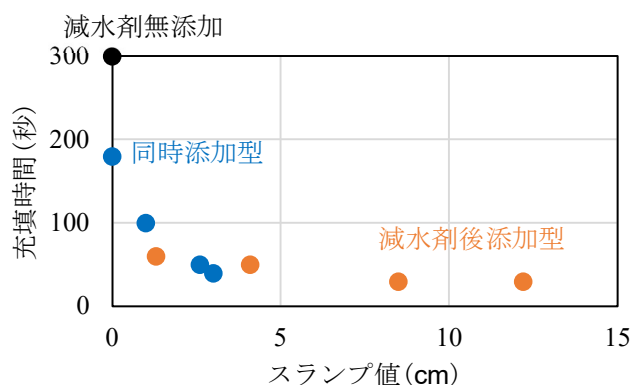


図-6 スランプ値と充填時間の関係

5. 減水剤後添加型練混ぜ手順による圧縮強度

水比 50%において、減水剤添加率 1%～10%の範囲で変化させた圧縮強度を調べた（図-7）。減水剤の添加率を大きくすると同時添加型では圧縮強度が低下したが、減水剤後添加型では圧縮強度が増加した。これは減水剤後添加型では減水剤の粒子分散効果が発揮し、充填率の低下を抑え、水和反応の促進により、圧縮強度の増進が起こったと考察した。

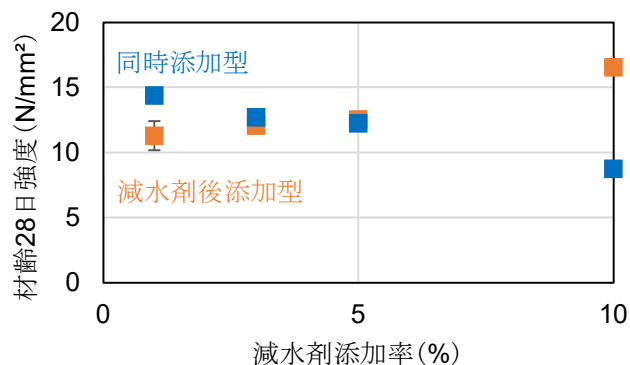


図-7 減水剤後添加タイミングによる圧縮強度

6. 結論

- (1) 減水剤同時添加型では減水剤の粒子分散効果が発揮しないことにより、スランプ値が小さく、セメントペーストから空気が抜けにくい状態となり、空気量が増加した。よって、充填率が小さくなり、圧縮強度の低下を招いたものと考察した。
- (2) 減水剤後添加型では減水剤の粒子分散効果が発揮され、スランプ値が大きくなることでセメントペーストから空気が抜けやすくなり、空気量の増加が抑制された。よって、充填率の低下を抑制しつつ、飛灰粒子が分散したことによる水和反応の促進の促進を行え、圧縮強度の増進へとつながったと考察した。
- (3) スランプ値が大きくなったことで充填時間が短縮され、締固めに手間と時間を要するという問題の解消を図ることができた。

【参考文献】

- 1) 博田紗季：減水剤添加と練混ぜ・振動時間の調整による木灰コンクリートの強度増進, 高知工科大学研究概要, 2024 年
- 2) 宇賀大貴：化学混和剤または糖類添加による木灰コンクリートの強度増進, 高知工科大学研究概要, 2023 年