

コンベヤベルト延焼防止のための火災抑制技術に関する研究

メタウォーター株式会社 ○小林 純 野村収一 石飛 悠
豊橋技術科学大学 中村祐二 松木大輝

1. はじめに

近年、不燃・粗大ごみの破碎処理施設において、リチウムイオンバッテリー（以降 LIB と表記）を起因とした火災が多発している。施設に持込まれたごみ中の LIB が破碎機等より破碎され電極が短絡することにより急激に発熱し、ごみ内の可燃物に延焼することが火災の主な機序である。

一般的に発火物を消火する際に使用される散水量は、 $10\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ と指定されているものの^{*1)}、近年の LIB の混入率の高さにより、頻繁に発火・散水を繰り返すことによる設備の悪影響（例えば湿潤化に伴うごみの付着、機器の損耗、汚汁の大量発生による排水処理設備への過負荷）は無視できず、消火可能な散水量を再検討することは有意義である。本研究では、破碎処理施設の機能を健全な状態に維持することを目的に、真っ先に損傷するおそれがある搬送コンベヤの損傷防止と散水過多による施設への悪影響の抑制を図るため、散水量と散水開始までの時間の違いによるベルト損傷状況の変化について調査を行った。

2. 破碎処理施設におけるコンベヤベルト火災再現モデルの設定

今回の実験で対象とする事象は、LIB などの発熱源によりその周囲の可燃ごみが燃焼に至り、その発熱によりごみ搬送用のベルト全体が延焼する前までを想定したモデルにて検討を行う。なお、ベルトには「通常ベルト」「難燃ベルト」の 2 種類を用いる。

破碎処理施設にて使用するベルト上部の可燃物として、可燃性粗大ごみの破碎物を模擬した乾燥させた角木材を選定した。空気の通り道を十分に取るために図 1 に示す通り井桁に組む。木材への着火用として、少量のエタノールを塗布し、それに点火することで試験を開始した。本稿ではこれを「火災再現モデル」と称する。

※ 本実験においては施設によってごみ質の異なる不燃・粗大ごみのモデル化は困難であるため、火災における最悪のケースを想定し、発熱速度の高い可燃性粗大ごみを火災再現モデルとして設定した。

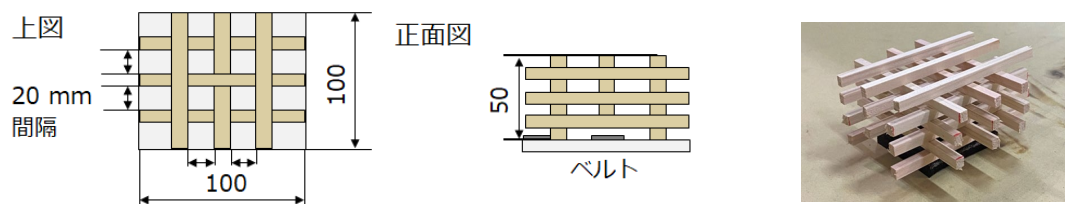


図 1 火災再現モデル

3. 試験概要

散水開始時間の影響を評価するために、火災再現モデルに着火してから 15 秒後（通常ベルト）、30、45、60 秒後（難燃ベルト）と変化させ、完全消火までの時間を計測した。また、散水量については表 1 の通り、4、8、 $12\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ と変化させた。また、上記条件により完全消火した後のベルト試験片について、ベルトメーカーによる目視確認とベルト硬度の計測（JIS K 6253：デュロメータ A）を行って評価した。

表 1 実験における散水量

実験装置 散水量 (L/min)	ベルト上での 散水量 (L/min・m ²)	必要散水量 (10L/min・m ²) との比較
0.3	12	20% 増
0.2	8	20% 減
0.1	4	60% 減

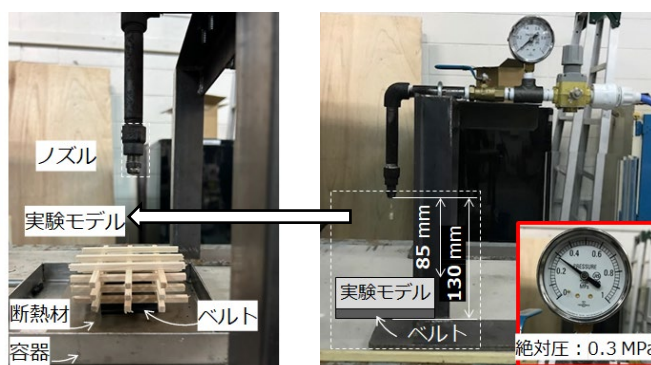


図 2 実験装置

4. 実験結果

4・1 散水開始時間が消火時間に与える影響

散水開始時間を変化させた際の消火に至るまでの様子ならびに消火に要する時間について以下に箇条書きでまとめる。

- ・ 着火から 30 秒以内で散水を開始すると、短時間（3 秒以内）で消火できた。
- ・ 着火から 45 秒を経過して散水を開始すると、散水量の少ない 4L/min・m² では約 6 秒を要した。
- ・ 着火から 60 秒を経過して散水を開始すると、散水量が 4、8L/min・m² で 10 秒以上、12L/min・m² では 6 秒を要した。

図 3 実験写真
(45 秒間燃焼の消火状況 (4 L/min・m²))

表 2 消火時間の比較

ベルト種別		通常ベルト	難燃ベルト		
消火開始までの時間		15 秒	30 秒	45 秒	60 秒
の ベ ル ト 上 の 散 水 量	4 (L/min・m ²)	◎ (2 秒)	◎ (1 秒)	△ (6 秒)	× (11 秒)
	8 (L/min・m ²)	○ (3 秒)	◎ (1 秒)	◎ (1 秒)	× (10 秒)
	12 (L/min・m ²)	◎ (1 秒)	◎ (1 秒)	○ (3 秒)	△ (6 秒)

※いずれの実験においても散水を続ければ消火された。

※各状態の評価基準は下記の通りとした。

◎ (極短) : 消火時間 < 3 秒、○ (短) : 3 秒 ≤ 消火時間 < 6 秒、△ (中) : 6 秒 ≤ 消火時間 < 10 秒、
× (長) : 10 秒 ≤ 消火時間

4・2 ベルト損傷状況

各ベルト損傷具合について確認された事項を以下に箇条書きでまとめる。

- ・ 一般ベルトでも着火後、15 秒までに散水を開始すると熱劣化を低く抑えることができる。
- ・ 難燃ベルトを使用したケースでは 30 秒後に散水を開始すると熱劣化が見られ、4L/min・m² ではベルトの著しい硬化が目視確認された。
- ・ 着火してから 45 秒以上経過して散水しても、熱劣化や硬化は避けられない。

以上より、散水量として指定されている 10L/min・m² は妥当な水量であるものの、消火開始時間を早めることでその水量を抑えても消火可能であることが示唆された。加えて、通常ベルトでも消火開始時間を 15 秒以内に抑えることができれば消火後のベルト損傷も大きく抑制可能であることから、早期消火が最も効果的であることがわかった。

表 3 ベルト損傷状況

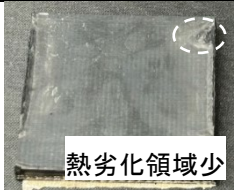
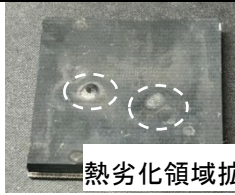
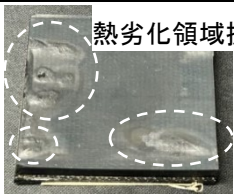
ベルト種別			通常ベルト	難燃ベルト		
消火開始までの時間			15 秒	30 秒	45 秒	60 秒
ベルト上の散水量	4 (L/min・m ²)	目視(熱劣化)	○(無)	△(一部)	△(一部)	△(一部)
		硬度	△(110%)	×(127%)	△(112%)	×(124%)
		総合	△	×	△	×
	8 (L/min・m ²)	目視(熱劣化)	○(無)	△(一部)	△(一部)	△(一部)
		硬度	△(110%)	○(103%)	△(103%)	△(103%)
		総合	△	△	△	△
	12 (L/min・m ²)	目視(熱劣化)	○(無)	○(無)	△(一部)	△(一部)
		硬度	△(114%)	○(109%)	×(130%)	×(137%)
		総合	△	○	×	×

※各状態の評価基準は下記の通りとした。

目視(熱劣化) / ○：劣化無、△：一部劣化

硬度 / ○：ゴム硬度が標準時より 10%以下の上昇、△：10%以上の上昇、×：20%以上の上昇
(標準硬度 / 通常ベルト：59 IRHD、難燃ベルト：66 IRHD)

表 4 ベルトの損傷状態の比較

	着火 30 秒後に散水	着火 45 秒後に散水	着火 60 秒後に散水
消火散水有 難燃ベルト (4L/min・m ²)			

5. 調査のまとめ

コンベヤベルト上にて可燃物に着火した後、散水開始までの時間と散水量を変化させ、それぞれのベルト焼損を調査した結果、以下の知見を得た。

- ・ ベルトの損傷（熱劣化）を抑えるには、消火するまでの時間を概ね 15 秒以内とすることが効果的である。
- ・ 難燃ベルトの使用は、破碎処理施設の搬送機能の維持に有効である。
- ・ 必要量として指定されている散水量 10L/min・m²は妥当な水量といえる。

6. おわりに

メタウォーター株式会社では、今後も多くの自治体様との対話を通して、リサイクル施設のより安全・安心な運営を支援できるよう技術研鑽を進めていく所存である。

7. 参考文献

*1) ごみ処理施設の火災と爆発事故防止対策マニュアル (社) 全国市有物件災害共済会