

D10

車輪の耐熱性評価と 異常加熱時の状態判定

踏面ブレーキ車輪の安全上の限界温度を把握する手法を開発し、全種類の車輪の耐熱性能を把握しました。さらに、在姿のまま異常加熱時の車輪安全性を判定する手法を構築しました。

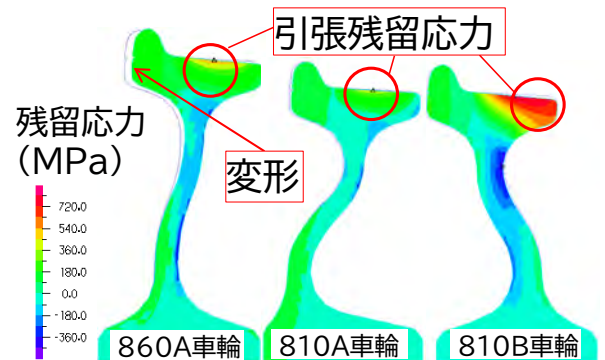
研究の背景と目的

- 車輪は、通常の踏面ブレーキ熱負荷に対し十分な熱容量をもちますが、不緩解等で異常加熱されると、引張残留応力が生じ、重大な損傷に至るおそれがあります。
- こうした状況が生じた場合、内面距離測定や塗料の焼けなどから状態を推定していましたが、車輪種類による限界温度や変形挙動の違いが不明のため不確実な推定しかできず、長期の運用離脱や不要な車輪交換が発生していました。

研究成果

- 踏面ブレーキ用の各種車輪について、実験データで検証された数値解析において、熱応力で塑性変形が開始する温度から限界温度を求める手法を開発しました。
- 車輪の種類によって限界温度は大きく異なり、一部の車輪では引張応力発生時の変形が小さく内面距離測定による異常の検出が困難なことがわかりました。
- 海外で用いられている超音波式応力測定に着目し、測定精度を検証して、車輪の異常判定に特化した適用方法を構築しました。
- この手法では、測定原理にもとづき、同一編成内の同種・同径の車輪との測定値の差から応力状態を判定します。
- 台上実験で異常加熱した車輪において、在姿での状態把握が可能なことを確認しました。

車輪による変形・応力挙動の違い



今後の展開

- これらの手法により、車輪の異常加熱が発見された場合に、車両在姿のまま非分解・非破壊で高精度に車輪の応力状態を把握することができます。
- 安全を担保しつつ、運用継続、車輪交換などを迅速に判断することが可能となります。

数値解析の対象とした車輪7種類(踏面ブレーキ用の全種類)と解析条件

車輪種類: 860A N-A波打 860B B波打 860S 810A 810B

A型車輪:

リムが外側・板部が外傾

B型車輪:

リムが外側・板部が内傾
狭軌M台車用

S型車輪:

JIS+EN準拠(海外製)

波打車輪:

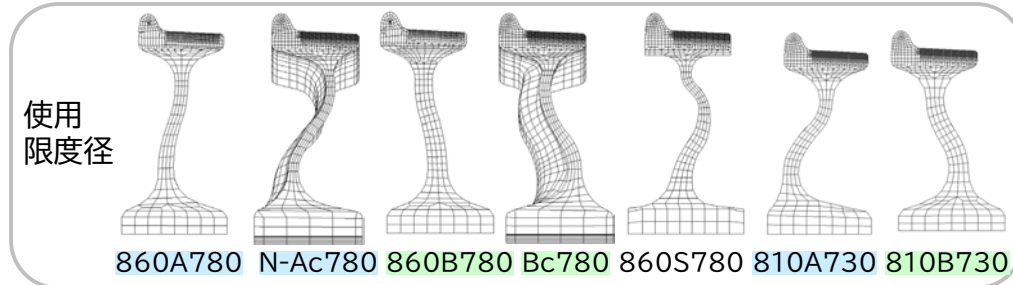
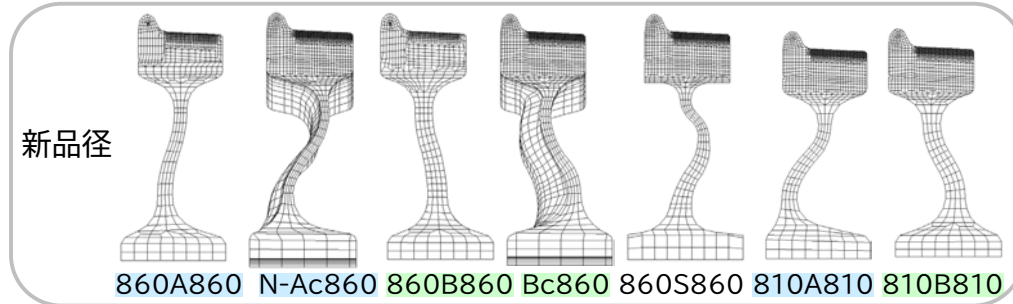
A型(N-A)波打・B型波打

解析条件:

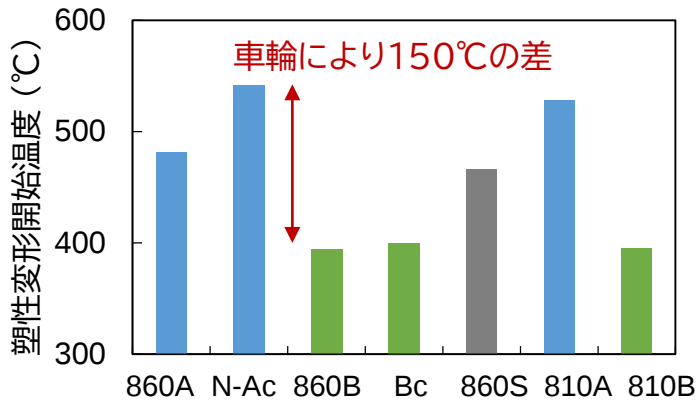
熱入力 33.3kW

継続時間 40分間

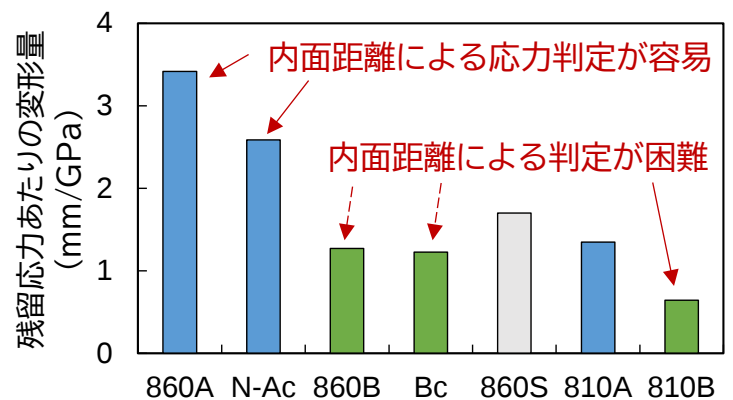
最高温度500~700℃



車輪種類ごとの限界温度



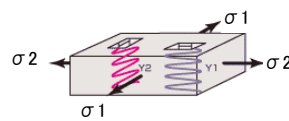
発生応力と変形(内面距離変化)の関係



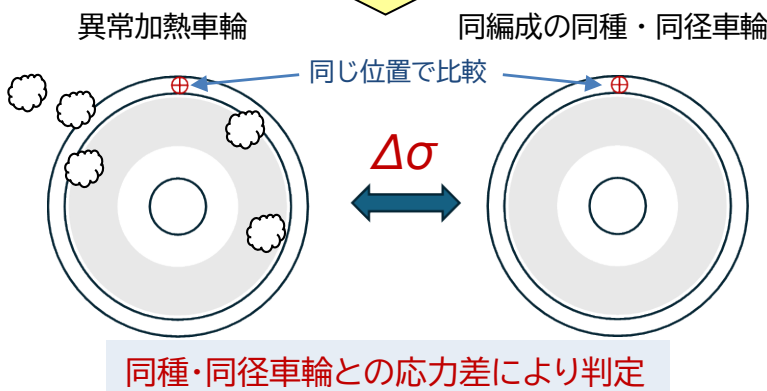
超音波応力測定の手輪状態判定への適用法

超音波応力測定

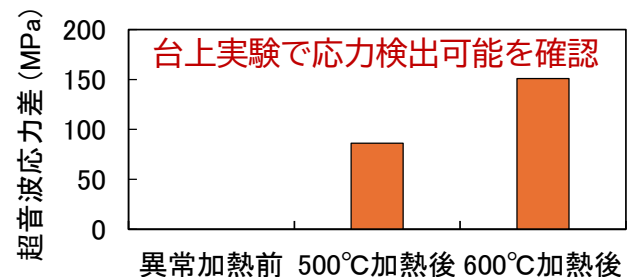
- 材料の異方性が影響



車輪種類・車輪径ごとに誤差が不可避



- 異常加熱車輪の状態把握可否の検証



- 現場での活用法



車輪異常加熱時、在姿のまま、迅速な車輪安全性の判定が可能

※本研究の一部にはチャルマース工科大学との共同研究の成果が含まれます