

2101 新幹線電車用アルミブレーキディスクの開発

Development of Aluminum Composite Brake Disk for Shinkansen Vehicle

正 [機] ○林 克高

[機] 村山 誠哉

Katsutaka Hayashi, Central Japan Railway Company. 1545-33 ohyama, Komaki city, Aichi, Japan

Seiya Murayama, Akebono Brake Industry Co.LTD 5-4-71 higashi, hanyuu city, Saitama, Japan

For the further improvement in the speed of Shinkansen vehicles, the unsprung mass needs to be decreased. Reduction of the unsprung mass is attained by making a brake disk into aluminum. This paper describes the circumstances of development of an aluminum disk. Moreover, since the examination in a 350 km/h domain was carried out by 300X test train and the brake examination from high speed was carried out, the result is also reported. Development of an aluminum disk was able to be made light about 120kg per axis to the iron disk.

Keyword: 300X test train, aluminum disk, non-suspended load, metal matrix composite, Aluminum Composite Brake

1. はじめに

東海道新幹線において列車の高速化を実現するためには種々の課題があるが、その一つに地盤振動の低減がある。車両、軌道双方での対策が求められるが、車両側の地盤振動対策として最も有効な手法としてばね下質量の軽減がある。その具体策として、当社では平成9年度からアルミブレーキディスクの開発に着手し、平成13年度に300X試験車両に搭載し現車試験を実施した。本論文では開発したアルミディスクの概要とその現車試験結果について報告する。

2. アルミディスクの構造

2.1 アルミディスクの製造方法及び材質

平成13年度に300X試験車両に搭載したアルミディスクは、炭化珪素 SiC を10%添加した粒子分散型アルミMMC (Aluminum Metal Matrix Composite)である。破壊靱性値確保のため SiC の添加量を10%としており、また、品質向上の観点から低圧金型鋳造により製作したものである。Table 1 にアルミディスクの成分を示す。

Table1. The chemistry quality (%)

SiC	Si	Mg	Cu	Fe	Ti	AL
10.0	8.0 ~9.5	0.4 ~0.65	0.2 以下	0.5 以下	0.2 以下	残り

2.2 形状、熱処理

平成10年度当初からアルミディスクとしての最適形状(熱応力集中の緩和)や破壊靱性の改善、品質向上の観点から最適な熱処理方法に関する研究を継続して実施してきた。

・応力集中の緩和

部材の強度に対する信頼性を高めるためには、できるだけ応力集中による高応力部がないような形状とする必要がある。平成10年度試作のディスクは内周側形状を大きく切り欠いていたが、逆に、内周R部への応力集中を招くこととなった。そこで、平成13年度に300X試験車両に搭載し

たディスクではこの部分の応力を均一に分散させるため、単一Rを複合Rに変更し、応力集中を緩和している。

・熱応力の低減

応力集中の緩和とともに発生応力そのものを低減させる方策について検討した。過去の台上試験及び現車試験結果から、ディスク内周と外周で温度差が発生しており、熱応力低減の観点からライニングの形状を工夫すると共にディスク形状についても熱応力解析結果から板厚方向の厚みを外周に向けて増やす形状としている (Fig.1)。

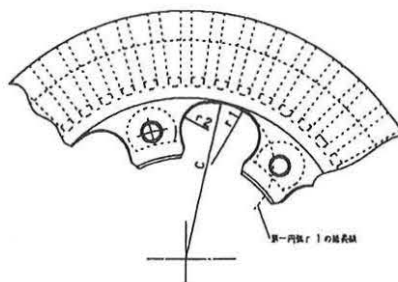


Fig.1 Form of the disk

・靱性改善

アルミディスクの場合、破壊靱性が最も問題となる。ディスク破壊に対する信頼性を向上させるためには、素材自体の品質の不安定さを排除することは当然であるが、高靱性化、品質安定化が開発の最大のポイントである。

本開発品では破壊靱性値の確保の観点から SiC 含有率を10%としている。

同時に熱処理はT7 (過時効)とし、より強靱化、材質の安定化を図っている。

2.3 質量

質量については、車輪径は直径 860mm をベースとしており、700 系鍛鋼ディスクと比較して 30kg の軽量化がなされており、1 軸あたり 120kg の質量低減となっている。

3. 現車試験結果

3.1 試験概要

300X 試験車両（6 両編成）の 4～6 号車に搭載し、平成 13 年 3 月～平成 14 年 1 月にかけて現車試験を実施した。なお、高速からのブレーキの基本性能は、静岡～浜松間 2 往復において実施し、その後、京都～米原間で 300km/h 領域におけるブレーキ性能試験を実施した。なお、アルミディスクを搭載した 4～6 号車の軸重は 11 トンに設定し試験を実施している。

3.2 試験結果

(1) ディスク温度

全試験期間におけるディスクの最高温度は、京都～米原間走行時の初速度 300km/h における非常ブレーキ動作時に発生している。Fig.2 に各部温度データと共に測定結果を示す。ディスクの外周部温度は 413℃、摺動面中央部は 364℃であった。ディスク温度の目安値は、ディスク母材の共晶温度から 120℃の余裕をみた 450℃としており、問題のない値であった。

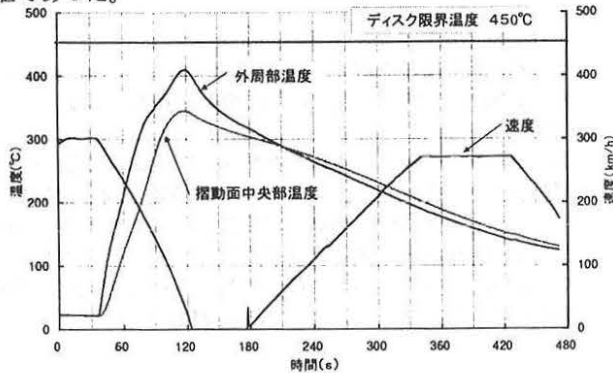


Fig.2 Disk temperature at the time of a running test

(2) ディスクの歪

ディスクの最高歪は、300km/h からの非常ブレーキ動作時に 5 号車 No.4 軸のディスク内周部アーチ部で発生した 2276 μst であった。この値は本材料の機械的性質からみて十分余裕のある値である。

(3) ディスク外観

試験後のディスク表面を確認した結果、スクーリングとヒートスポットが認められた (Fig.3 参照) が、熱き裂等の発生はなかった。

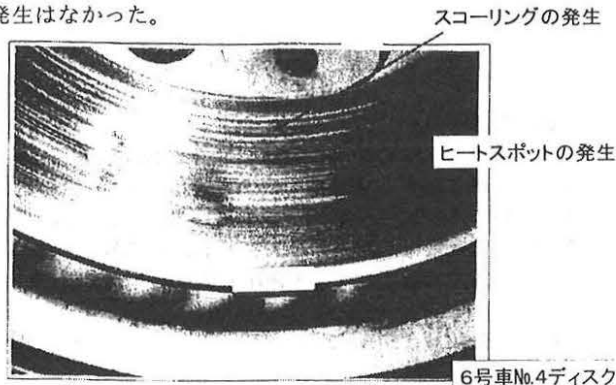


Fig.3 The photograph of the disk after a break test

(4) ブレーキ距離

ブレーキ距離は、計画値よりも短い距離で停止しており、ほぼ台上試験通りの摩擦係数が得られていたと考えられる。

4. まとめ

これまでの台上試験、現車試験の結果より、開発したアルミディスクは、温度特性及び強度の面で問題のないことが確認された。

5. 今後の課題

今後、更に信頼性の高いブレーキ装置を開発するためには、以下の改良が必要である。

①ライニングの摩擦係数の安定化

熱履歴と共に摩擦係数の低下が少ないライニングの開発が必要である。現在、レジン系の制輪子を使用しているが、現行新幹線で使用している焼結制輪子の採用も視野に入れた開発を行う。

②ディスクの品質向上

ディスクの製造は低圧金型鑄造を採用しているが、高圧金型鑄造によるディスクの開発を行う。

③信頼性の高い締結装置の開発

締結面がアルミ材となることから、ボルトの締結力が鉄製ディスクのレベルまで確保できないため、締結力の維持が最大の課題となる。軸力の低下の少ない締結構造について更なる開発を継続していく。

今後もこれらの課題を踏まえて開発を継続していく。