

移動制約者に対応した設備の開発



森山 淳*

交通バリアフリー法の制定等、鉄道車両においても移動制約者に対するさらなる配慮が求められている。特に車椅子ご利用のお客様や高齢のお客様の乗降を容易にするため、車体床面とホームとの段差を縮小する機構として、首都圏等の高いホームに対応した床面高さ調整機構（ニーリング機構）と、地方線区の低いホームに対応した車椅子昇降装置の開発を行なった。ニーリング機構については、現車試験により、車体／ホーム間の段差が平均で約43mm縮小することを確認した。車椅子昇降装置についても現車搭載可能なレベルの機構を完成した。一方、聴覚障害を持ったお客様に対する側引戸開閉表示灯を開発し、A C Trainでの試行を経て営業車に搭載した。

●キーワード：車体・ホーム間段差、空気バネ高さ調整、ニーリング、車椅子昇降装置、側引戸開閉表示灯

1 はじめに

近年の高齢化社会の到来、移動制約者の社会活動への参加の観点から、高齢者・移動制約者に配慮した公共施設の整備が求められており、平成12年5月、いわゆる交通バリアフリー法が制定された¹⁾。その中では、車体床面・ホーム間の段差を極力小さくし、「平ら」にするための方策が求められている。また、これまで対応が進んでいなかった聴覚障害のお客様に対して、車体・施設面からの配慮をしていく必要がある。

本稿ではこのバリアフリー対応機構として開発した床面高さ調整機構（以下、ニーリング機構と記す）、車椅子昇降装置、及び側引戸開閉表示灯について、機構の概要、試作品による試験の内容・結果・評価を述べる。

2 ニーリング機構

これまで車両側においては、満車で軸バネが最も沈み込んだ状態でもホーム高さを下回らないような床面高さの設計を行っている。首都圏エリアの駅ではホーム高さを1100mmとしており、これに対して近年の新造車両であるE231系では、床面高さ1165mm、靴ズリ部で1150mmとして、設計値でまだ50mmの段差が残っている。ホーム高さの分布は大半が1050mm～1100mmの間であり、実際の段差の値はもっと大きくなる。そこで、こうした車体・ホーム間に存在する段差を縮小する目的で、枕バネとして使っている空気バネを制御することによって車体の高さを調整する機構の開発を行なった。

2.1 システムの概要

ニーリング機構は、床面高さの高い既存の車両（205系では床面高さ1180mm）に追設することも念頭に置き、既存の構造をベースに、極力簡易な方法で効果の高い機構を開発することとした。今回の空気バネを利用して車体床面高さを調整する場合、

- ①両側の空気バネ高さを下げる方法
(車両限界に影響しない)
- ②片側の空気バネを下げる方法
- ③片側の空気バネを上げ、もう片側の空気バネを下げる方法
(②、③は車体傾斜時に車両限界を支障)

の3通りが考えられ(図1)、それぞれの段差縮小効果を検討した。

空気バネの高さ調整量は、空気バネのストッパすき間分の30mmとした。上記①～③について、空気バネ左右間隔を1750mm、ホーム高さ1100mmとし、車体床面の高さを1150mmとして高さ調整後の車体・ホーム間の段差を計算すると、高さ調整前の段差が50mmであるのに対し、それぞれ

- ① :20mm, ② :11.7mm, ③ :33mm

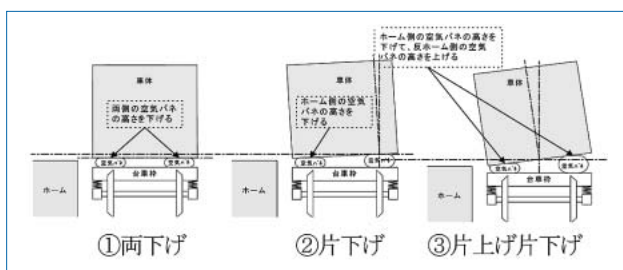


図1：床面高さ調整の3種類の方法

となる。

②の方法による段差縮小効果の確認にあたり、考慮するパラメータを

○ 積車・空車の違いによる軸バネのたわみ

○ ホーム高さ

○ 車輪の摩耗

とした。段差縮小効果を計算した結果を表1に示す。ここで表中に(－)で示す値は、逆段差(ホーム高さより車体床面高さが低い)となっていることを示す。

表1：段差縮小検討結果(片側のみ下げる②の場合)

積空条件	ホーム 高さ (mm)	段差計算結果(mm)	
		車輪摩耗 0 mm	車輪摩耗 15 mm
空 車	1100	11.7	－3.3
	1080	31.7	16.7
	1050	61.7	46.7
定 員	1100	1.4	－13.6
	1080	21.4	6.4
	1050	51.4	36.4
満 車	1100	－13.8	－28.8
	1080	6.2	－8.8
	1050	36.2	21.2

この計算では、満車でかつ車輪が大きく摩耗している状況では、片下げの場合に現行許容値(20mm)を上回る逆段差が発生する。しかし、通勤時間帯等満車時は、車椅子スペースにもお客様が多く乗車しており、実際に車椅子ご利用のお客様が乗車することは難しい。そこで、お客様の数が多い時はニーリング動作を行わないことで、この逆段差に対処することとした。

2.2 現車試験結果

前項の検討結果をベースとして、ニーリング機構の試作を行った。ここで、機構を搭載する車両は、当センターで様々な試験を行なっているAC Train(E993系電車)の1号車とした。走行試験は、2003年9月及び2004年2月に、中央線東京～高尾間で行なった。

2.2.1 段差縮小効果

両下げ・片下げ・片上げ片下げの各モードについて、ニーリング状態の車体・ホーム間段差とニーリングによる段差縮小量の

測定結果を表2に示す。ここで、実際のホーム高さは各駅によってかなりばらつきがあるため、表中では各駅で測定した平均値を記した。

表2：段差測定結果

モード	両下げ	片下げ	片上げ片下げ
ニーリング状態の段差(mm)	48.3	43.5	36.3
段差縮小量(mm)	31.4	36.2	43.4

表1にて検討した結果と若干の差が生じた(AC Trainの車体床面高さは表1の検討と同様の1150mm)が、前項で検討したとおり、段差は片上げ片下げの場合に最も縮小し、本システム適用により車体・ホーム間の段差縮小に効果が見込まれることがわかった。各方式間で動作時間などに大きな差は見られず、空気消費量も各モード間で大きな差が見られなかったため、以後の検討は片上げ片下げ方式を主体に進めることとした。

2.2.2 空気バネ高さ制御

走行試験では、直線ホームに停車した場合は当初計画どおりニーリング動作を行なうことを確認した。しかし、緩和曲線上等で停車した際にニーリング動作をさせると、車体高さが一定とならない等、不安定となる現象が生じた。そこで、車体傾斜開始後一定時間で動作を終了させその時の空気バネ高さを保持、復帰時も一定時間後に動作を終了させて通常の高さ調整装置を使用するモードに移行するよう、タイムアウト制御を追加した。

追加後の走行試験時における、空気バネ高さ測定結果を図2に示す。車体傾斜後の空気バネ高さは一定値となり、復帰動作もスムーズであった。

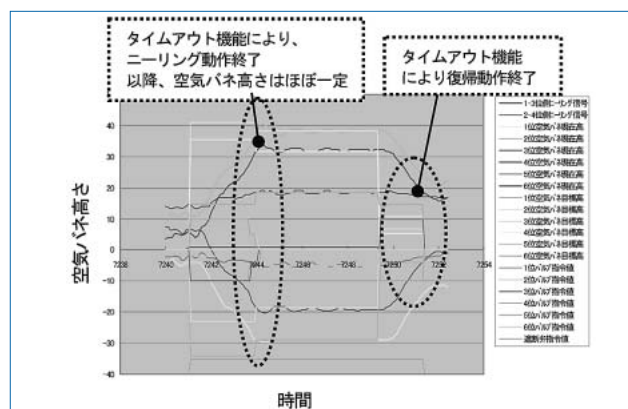


図2：空気バネ高さ測定結果
(2月4日試9502デ国分寺駅)

2.2.3 空気消費量

空気圧縮機稼働率の測定は2004年2月の走行試験にて行なった。測定結果を表3に示す。2月2日の非制御時は雨天であったためブレーキ動作が多く、また同日の試9502デの場面までは輸送障害によりダイヤが乱れていた。

非制御と制御時で空気圧縮機の稼働率に大差はなく、ニーリング動作に伴う空気消費は空気圧縮機稼働率に大きな影響を及ぼさないことが確認された。

表3：空気圧縮機稼働率測定結果（％）

列車番号	2/2 (非制御)	2/3 (制御)	2/4 (制御)	2/5 (制御)
試9501デ	16.1*	16.5	20.9	19.6
試9502デ	24.0*	22.0	23.8	22.6
試9503デ	23.6	23.5	22.0	24.3
試9504デ	25.4	21.8	23.5	20.3
天候	雨	晴	晴	晴

*：ダイヤ乱れあり

2.3 今後の開発の方向

ニーリング機構の試作及び現車試験により、本機構を適用することで車体・ホーム間の段差縮小効果があること、ニーリング動作も安定して行なうことができ、それに伴う空気消費量も営業運転に際して影響を与えないレベルであることを確認した。

今回の試験は、AC Trainを使用したが高、本機構の搭載を想定しているのは主に従来の通勤車両である。このため、営業車への搭載にあたって必要となる機構の小型化とコストダウンの検討、またボギー車を対象とした機能の確認を今後行なう計画としている。これらを踏まえた機構の試作を行なった上で現車試験を行ない、さまざまな線区での段差縮小効果の確認、お客様の乗降がニーリング動作に及ぼす影響の確認を行なう計画である。

3 車椅子昇降装置

車体・ホーム間の段差がより大きい地方線区で用いられるステップ付の車両について、車椅子にお客様が座ったままの状態でも乗降できる車椅子昇降装置を開発した。

3.1 機構の概要

地方線区においては、車両の床面高さが一般的に1200mm



図3：試作した車椅子昇降装置の外観

以上のものが多いのに対し、ホーム高さは主要駅において920mm、非電化区間等で760mmとなっている。このため、こうした路線で用いられる車両では出入口にステップを設けることにより、段差に対応している。こうしたステップ付の車両における、車椅子ご利用のお客様の乗降性向上を目的として、車椅子にお客様が座ったまま、動力で車椅子を昇降させるための装置として、「車椅子昇降装置」を開発した。動力源には油圧を採用し、主にリンク機構を用いて車椅子を載せるためのプレート上下させる構造としている。

これまでに2次に渡って試作品を製作した。1次試作においては展開・収納も含めて全ての動作の自動化を図ったが、動作が円滑でなく、機器重量も大きくなった。本機構は乗降用プレートの展開は乗務員対応であり、介助者のプレートへの添乗は考えていない装置であることから、2次試作においては手動操作を介在させ、荷重条件を見直すことで機構を簡素化した。2次試作品の外観を図3に示す。

車椅子の搭乗するプレートの跳ね上げと、回転して収納する動作を分離した。また跳ね上げはガスバネによる補助動力機構を設ける事で、約100N以下の力で操作できるものとした。

車椅子が搭乗するプレートの昇降に用いる油圧機構は電源の供給のみで動作するシリンダ（一体形）を用いている。装置の異常時はリリーフ弁を操作することでフリーとなり、前述のガスバネの力により、プレートが不用意に落下することはない。またプレートは片側から支持されているが、車椅子搭乗に伴うたわみは実用上問題のない範囲であった。

車両側・ホーム側での昇降を円滑にする目的で、小さなフラップを設けた。このフラップは手動としたが、車椅子搭乗時はば

ねの力で自動的に車椅子のストップとなるようにしている。

3.2 試作結果、今後の開発方向

製作した試作品について、車両及びホームを模擬した架台において、動作試験を行ない、各部の応力、動作速度、昇降能力などについて試験を実施した。各部の応力については、230kgの搭載までプレート支持部等、各部の応力が許容範囲内であり、車椅子昇降に十分な能力を有していることが確認できた。動作時間についても20秒以内であり、手動操作時間を入れても1分以内で展開・動作・収納できることが確認できたほか、昇降速度もスムーズであり、体感上も適当な早さであることが確認できた。

ただし、収納時にホーム側のフラップがお客様の手に触れる範囲にあるため、動作時以外はこれを収納する対策が必要なことや、乗降位置に停止させるための目印や注意喚起等の標記が必要であることが判った。これらの対策を行ない、実用化に向けたブラッシュアップを今後進めていく計画である。

4 側引戸開閉表示灯

近年の車両では視覚障害を持ったお客さまのため、扉開閉時のチャイムや音声案内を導入しているが、聴覚障害を持ったお客さまからも、扉の開動作の告知が求められている。そこで、聴覚障害のお客様に扉の開まる時期をお知らせする目的で、扉が閉まる時にチャイムと連動して点滅する側引戸開閉表示灯の開発も行なった。

当社の次世代通勤車両として試作したAC Trainにおいて、ドアが閉まる時にチャイムと連動して点灯する表示灯を、出入口上部に設置した。設置状況を図4に示す。扉の直上には戸閉め機構があり灯具の設置が難しいため、設置位置は室内寄りとしたが、室内外から確認可能な位置とした。



図4：AC Trainに設置した側引戸開閉表示灯

AC Trainに設置した側引戸開閉表示灯の外観を見直した量産タイプを、東海道線に投入したE 231系に設置した。取付状態及び動作の状況を図5に示す。

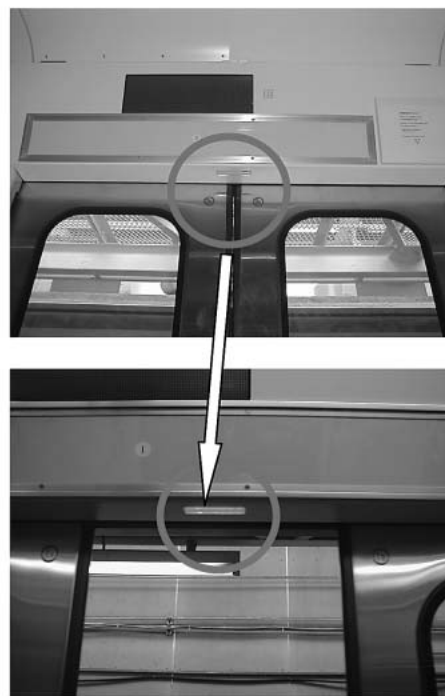


図5：E 231系に搭載した側引戸開閉表示灯
(上：設置状況、下：点灯時)

5 おわりに

今回紹介したニーリング機構、車椅子昇降装置については、いずれも機構の基本的な開発により、営業車搭載に向けた見通しが立った段階である。今後は、今回の開発品をベースとし、実用化に向けた改良と使用状況の検証、また実際に使用する際のソフト面での調整を行なっていく。

参考文献

- 1) 日本鉄道車両機械技術協会、ホーム高さと車両乗降口床面の段差縮小に関する調査研究、平成13年3月
- 2) 日本鉄道車両機械技術協会、ホーム高さと車両乗降口床面の段差縮小に関する調査研究、平成13年12月