

1 排出削減(省エネ)効果に関する報告

これまで、済南市公共交通総会社が運行する路線 35 の車両 5 台、路線 36 の車両 6 台にそれぞれアイドリングストップ(IS)装置を取り付け、2010年10～12月の3ヶ月間の実証運行の中でISコンテストを実施し、ドライバーにISを励行した。

以下に実証運行中の排出削減量(省エネ量)に関する実績を整理する。

1.1 概況

(1) IS実施状況/月別

11台の装着車の実証運行期間中の平均アイドリングストップ率(IS時間/運行時間)は11月に8.3%に達した。10月は運転手が装置に習熟していなかったが、11月には操作にも慣れたことが平均IS率が向上した理由である。12月には7.5%に低下したが、これは12月になると冷え込みが厳しくなるため、ドライバーが車庫での暖気運転時間を延長したり、一部のドライバーはISした場合の再起動に不安を感じ朝最初の運行時にはISしないなどが理由である。

一方、停車時間に対するIS率(IS時間/停車時間)は、11月は26%である。なお、停車時間の運行時間の割合は、各月とも約30%である。

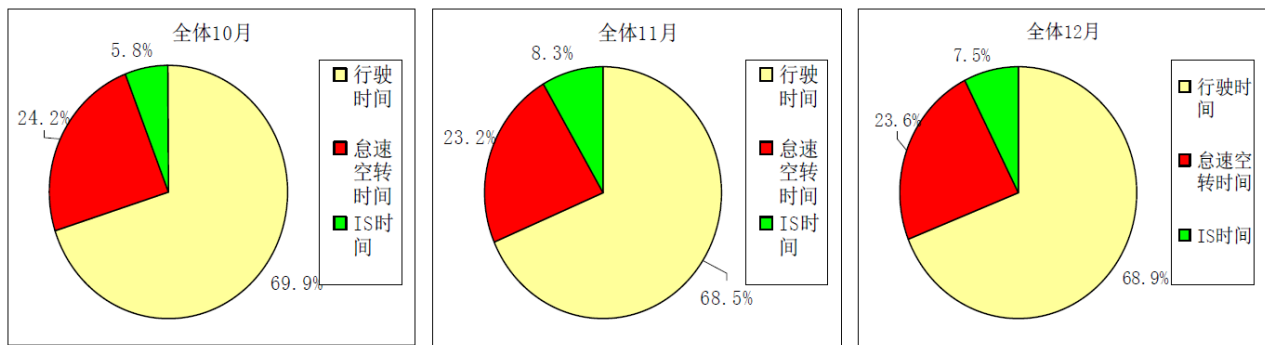


図 アイドリングストップ実施状況/月別

(参考)

表 済南市の気候(1971-2000)

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
平均最高気温 °C	3.9	6.9	13.3	21.6	27.1	31.6	31.9	30.6	26.9	21.2	13	6	19.5
平均最低気温 °C	-3.9	-1.6	3.9	11.3	16.8	21.6	23.6	22.5	17.7	11.8	4.5	-1.7	10.6
降水量 mm	5.7	8.5	15.3	27.4	46.6	78.3	201.3	170.3	58.5	36.5	16.2	8.2	672.7
%湿度	53	50	47	46	50	55	72	75	64	58	56	55	57
日照時間	171	172	213	243	275	258	215	219	221	215	177	168	2,547

出典: China Meteorological Administration, National Meteorological Information Center

(2) IS 実施状況／車両別・月別

11 台の装着車の実証運行期間中のアイドリングストップ率 (IS 時間/運行時間) を下図に示す。最低 4%、最高 13% であった。路線 36 に比べ路線 35 のほうが停車時間の割合が高い。また、路線 35 は直線ルートなのに対し、路線 36 は交差点での右左折が多い。こうしたことから、路線 35 のほうが IS しやすい路線である。

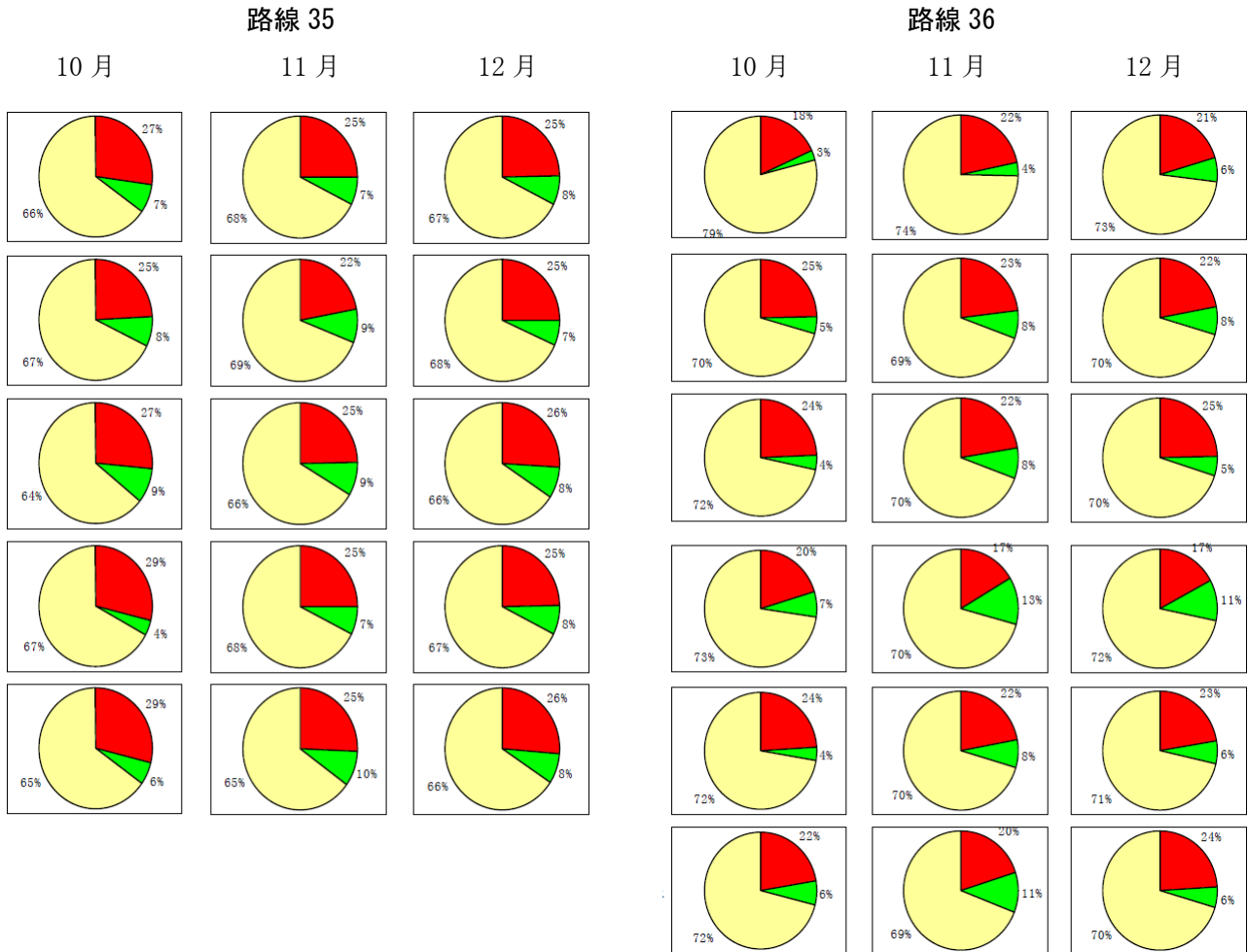
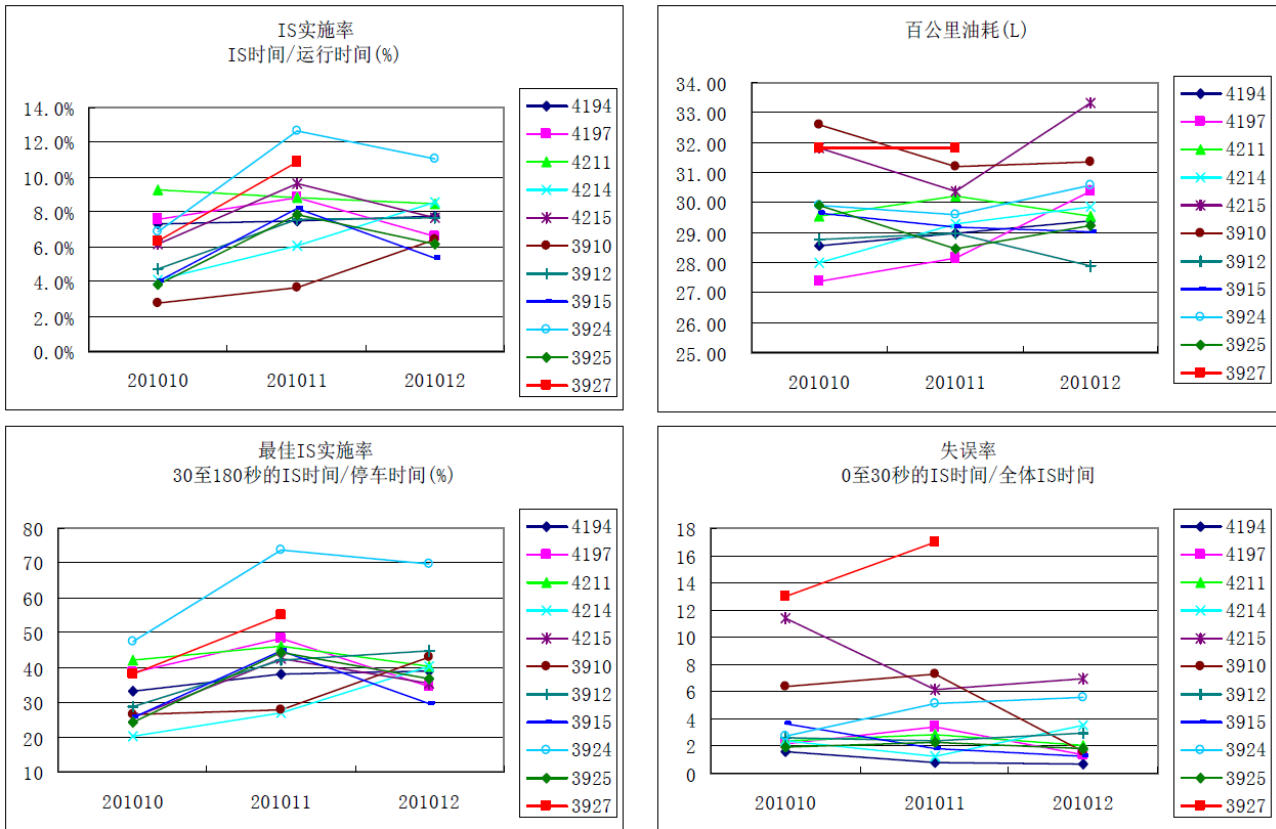


図 アイドリングストップ実施状況／車両別・月別

(3) 車両運行実績／車両別・月別(その2)

IS 率 (IS 時間/運行時間) は最高 13% で、6 から 8% が多い。100km 当り燃料消費率は、ばらつきが多いが 10 月から 11 月には向上し、12 月には少々悪化した車両が多い。また、IS を励行するように指導している 30 秒以上の停車時間に対する IS 率は 40% 前後が多いが、70% に達する車両もある。IS 率を向上する余地は高いといえる。30 秒未満の停車時間に対する IS 率は 2% 前後と低い車両がほとんどである。



注: 3927号車12月记录数据仅34小时所以被消除

図 車両運行実績／車両別・月別

1.2 燃料消費率

(1) 路線 35

路線 35 で装置を取り付けた 5 台の車両は、従前より燃費実績の高い優秀なドライバーが運転する車両である。済南公交のバスは各車両に専属で 2 人のドライバーが交代で運行する。2010 年 10 月からの実証運行開始前の 2009 年および 2010 年 9 月までの燃料消費実績を比較すると、装着車のほうがおおむね 1L/100km 燃費が良い。これが実証運行期間中の 10 月・11 月で見ると 2L/100km 改善しており、装置の取り付けによるアイドリングストップ実施効果と見ることができる。

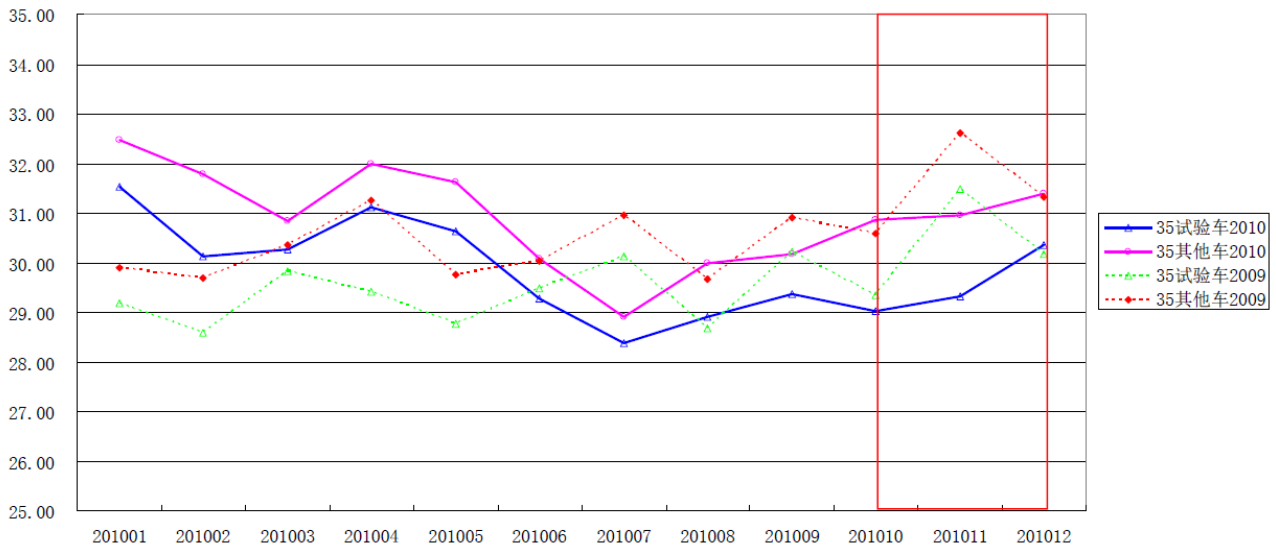


図 装着車と非装着車の平均燃料消費率の推移の比較(路線 35)

(2) 路線 36

路線 36 では装着車と非装着車の燃料消費率の推移の特性に明確な傾向が見えない。路線 36 は都心部の建設工事、交通規制などにより経路を頻繁に変更しており、そうした点も理由かもしれない。

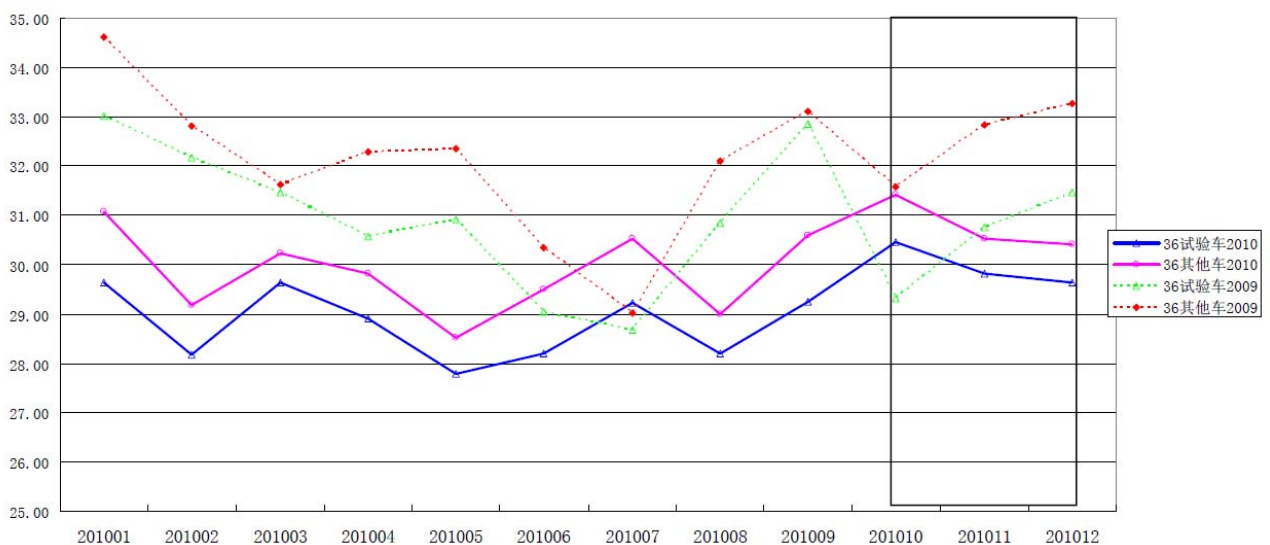


図 装着車と非装着車の平均燃料消費率の推移の比較(路線 36)

(3) 燃料消費改善量

各車両の IS 時間と燃料消費節減量(計算値)から、走行 100km あたりの燃料消費改善量を計算すると、路線 35 は 10 月に 0.7L/100km、11 月に 0.8L/100km、12 月に 0.9L/100km と改善している。路線 36 は 10 月に 0.4L/100km、11 月に 0.6L/100km と改善し、12 月に 0.5L/100km と改善しているものの、11 月の改善量よりは少なくなっている。

IS時間	201010			201011			201012			行驶距离	201010			201011			201012		
	計算节油量	201010	201011	201012	201010	201011	201012	201010	201011		201012	201010	201011	201012	201010	201011	201012		
4194	13.6	22.7	27.2	4194	23.15	38.54	46.26	4194	4836.00	5404.60	5746.40								
4197	23.6	21.3	11.5	4197	40.11	36.24	19.49	4197	4506.00	4763.40	3383.20								
4211	23.0	20.5	24.2	4211	39.06	34.82	41.11	4211	3490.80	4476.00	4576.20								
4214	5.2	17.1	28.0	4214	8.89	29.00	47.61	4214	4277.40	4421.60	4748.80								
4215	20.6	21.3	20.9	4215	35.06	36.21	35.55	4215	4371.80	3420.20	3942.60								
3910	5.8	4.7	16.5	3910	9.84	7.93	28.03	3910	5808.60	4982.40	5846.40								
3912	7.2	20.4	19.9	3912	12.21	34.64	33.88	3912	5332.00	5766.20	5863.80								
3915	10.2	24.1	19.5	3915	17.34	40.90	33.11	3915	6226.20	5673.60	5675.60								
3924	24.1	30.3	31.8	3924	40.98	51.43	54.14	3924	6004.80	5673.60	5827.60								
3925	16.1	24.7	20.6	3925	27.45	42.07	34.94	3925	6383.80	5710.80	5788.40								
3927	23.2	14.2	1.9	3927	39.44	24.20	3.23	3927	6035.40	5058.60	5760.00								
35号线	86.0	102.8	111.8	35号线	146.3	174.8	190.0	35号线	21482.0	22485.8	22397.2								
36号线	86.6	118.3	110.2	36号线	147.3	201.2	187.3	36号线	35790.8	32865.2	34761.8								
全体	172.7	221.2	222.0	全体	293.5	376.0	377.3	全体	57272.8	55351.0	57159.0								

燃料消費改善量

= 計算燃料消費節減量 / 走行距離 × 100

油耗改变 (L/100km)	201010	201011	201012
35号线	0.68	0.78	0.85
36号线	0.41	0.61	0.54

図 路線別燃料消費改善量

(4) 昨年実績との比較

路線 35 の場合、装着車の装着前の 1-9 月は昨年の燃料消費率に対し 102%と若干低下していたが、装着後の 10-12 月は 98.5%に向上した。3.5%の改善効果が確認できる。路線 36 の場合には 2.2%低下しており、昨年と運行ルートが変わったことが理由と考えられる。

路線	1月~9月		10月~12月		対前年同月(比率)		対前年同月(差)	
	2009年	2010年	2009年	2010年	1月~9月	10月~12月	1月~9月	10月~12月
	35	30.16	30.75	31.36	30.89	102.0%	98.5%	2.0%
36	31.82	29.63	32.15	30.64	93.1%	95.3%	-6.9%	-4.7%
全体	30.99	30.19	31.75	30.76	97.4%	96.9%	-2.6%	-3.1%

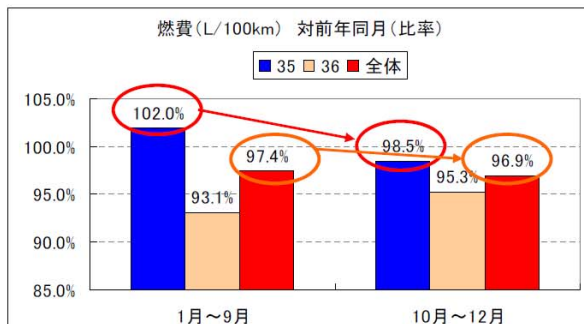


図 昨年と今年の燃料消費率実績の比較

(5) 車両別特性の比較

アイドリングストップ率が同程度の 4215 と 4194 の IS 実施状況を比較すると、4215 車は 30 秒未満での IS 実施の割合が高く、この結果、長時間 IS の割合が低い。こうした IS 操作の巧拙が燃料消費率の違いにも現れている。

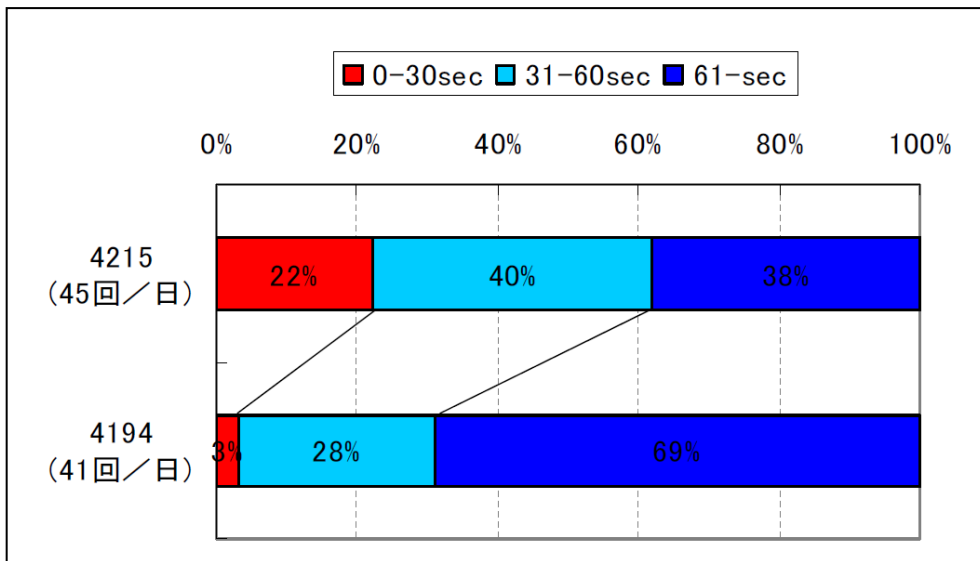


図 アイドリングストップ実施回数の比較

また、路線 35 の 3925 車の停車時間別 IS 実施状況をみると、90 秒以上の長時間停車の場合には IS 実施率が高いが、40～60 秒以上の停車時の IS 実施率はまだまだ低い。40 秒以上の停車時には常に IS 実施すると、停車時間の 56%の IS 実施が可能であり、運行時間に対する IS 実施率は 17%となる。

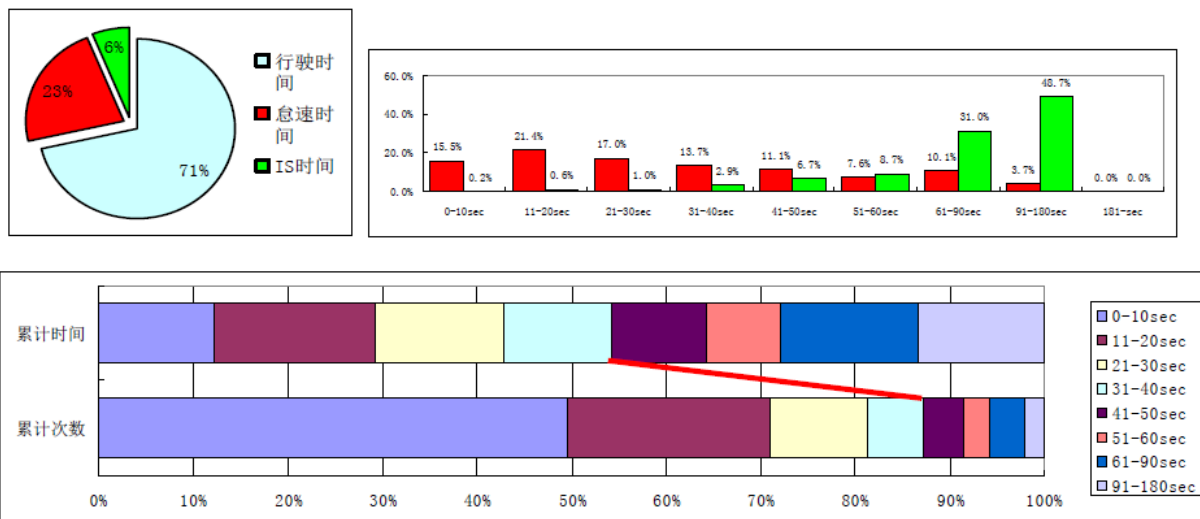


図 3925 車(路線 35)の停車時間別 IS 実施状況

2 車両影響評価に関する報告

2.1 セルモーター及びエンジンコントロール系への影響

アイドリングストップの回数が増えると、セルモーター(ブラシ、ピニオンクラッチ、シフトレバー、エンゲージスイッチ)及びエンジンコントロール関係(キーシリンダー、セフティーリレー、エンジンストップモーター、エンジンストップリレー等)伝達装置(リングギヤ)への負担が大きくなる。

(1) セルモーター

■概要

セルモーターはエンジンを始動させるための装置で、ディーゼルエンジンは圧縮力が高いため、非常に大きなトルクが必要である。この大トルク(回転力)のため、セルモーターには大電流が流れ、頻繁な使用で高温となり、また、スパークによる火花で火災の恐れがある。なお、頻繁なエンジンカットによる不具合は、メンテナンス(定期交換)では対応できない。

■セルモーター故障対策

リングギヤは、ギヤの欠けや摩耗でセルモーターと噛み合わない恐れがあることから、セルモーター交換時に点検する必要がある。

マグネットスイッチ、シフトレバー、ピニオンギヤは、始動不良や車両火災につながる恐れがあることから、点検頻度を高め、早めに交換の必要がある。ブラシ、ベアリングといったセル内部消耗品も、定期的に点検し、必要に応じ早めに交換する必要がある。

■車両火災対策

マグネットスイッチやシフトレバーに大電流が流れ続けることによる車両火災については、点検、交換による予防が基本だが、万一の車両火災に際しての車両処置(エンジン停止、電源オフ)や消火方法について乗務員の対応を指導する必要がある。

(2) エンジンコントロール関係

キーシリンダー、セフティーリレー、エンジンストップモーター、エンジンストップリレー等エンジンコントロール関係については、アイドリングストップによるエンジンカット、リスタート回数の増加による損耗を考慮して、一定期間毎に交換の必要がある。これは、万一故障が発生した場合、車両が走行できなくなり、大きな問題となることから、万一にも故障が発生しないよう事前に部品交換を行う必要がある。これら部品の損耗は済南公交で使用している車両の品質や運行実態に依存することから、当初は定期的な点検を継続し、経済的かつ安全運行を確保可能な最適な交換時期を設定する必要がある。また同時に、適正なアイドリングストップ実施を指導し、無駄に部品損耗を招くことのないようにする必要もある。

2.2 バッテリーへの影響

(1) 短期的影響と対策

2009 年度調査では、バッテリーへの短期的影響の検討として、アイドリングストップ実施によるバッテリー電圧の変化(12V×2=24Vのうち片方のバッテリー)を測定し、アイドリングストップ中にバッテリー電圧は 12.5V 程度に低下し、スターターモーター起動で一時的に 10V くらいまで低下するが、エンジン起動後 40 秒程度で電圧はアイドリングストップ開始前の水準に回復していることがわかった。

冬期の朝一番の運行開始時には氷点下 10 度程度になることもある。気温が下がるとエンジンオイルの粘度が増加し、クランキングにより大きいトルクが要求される。また、燃料も気化しにくくなり着火しにくくなるため、相対

的にバッテリーの力は弱くなる。一方バッテリーの能力は温度の低下とともに小さくなる。したがって、アイドリングストップ後のエンジンリスタート時にトラブルを発生させないようにする必要がある。現在、冬期の朝1回目の運行ではアイドリングストップを実施せず、エンジンオイルおよびバッテリー液の温度が十温まる2回目以降の運行でアイドリングストップを実施しているため、トラブルは発生していない。

(2) 長期的影響と対策

2009年度調査ではアイドリングストップ実施によるバッテリーへの長期的影響について文献調査を行い、実施時間比率が30%程度くらいまでは、アイドリングストップを実施しない通常の走行とバッテリーの劣化はほとんど変わらないという結果が得られた。因みに実証期間中の実施比率は最大13%で平均8%であった。この結果から、相当な頻度でアイドリングストップをしても、バッテリーの寿命に大きな影響を与えないと考えられる。

本年度は、実証試験開始に先立って、ポータブルバッテリーチェッカーを済南公交に引き渡し、現在もこれを使用してバッテリー電圧を適宜測定している。2010年9月の装着以降、実証試験期間中を含めて現在までバッテリーへの問題は発生していない。だが、本格実施の場合もバッテリーチェックを欠かさず、消耗が確認された場合には、早めに交換する必要がある。

また、済南公交の車両では車内でテレビ画像をながすなど電気使用量が日本の車両よりも多く、また車庫に戻っても車内照明、テレビ、メイン電源をおとさないドライバーが多い。こうした無駄な電気使用をなくせば、アイドリングストップによる電気使用の増加分と相殺できよう。

2.3 ターボエンジンへの影響

ターボチャージャー付きの車両に関しては、日本のバスは水冷ターボを使用しているため、仮に高負荷運転後にエンジンを止めてしまっても焼き付きなどターボのトラブルは発生しないことを確認した。一方、中国のバス車両ではエンジンオイルで冷却していることから、条件が異なる。タービンの軸受けには、通常エンジンオイルの圧送によるフローティングメタル式軸受けが用いられ(ボールベアリングが使われるものもある)、排気熱により加熱される軸受けの潤滑と冷却をエンジンオイルの循環により行う。そのため、高負荷運転後すぐにエンジンを停止してしまうと、エンジン内のポンプによるオイル循環が止まってしまうため、高温のタービン軸と軸受けメタルが直に接し焼き付きに至る場合や、高温の軸受け周辺に滞留したオイルによりスラッジが発生してしまう原因となるため、ある程度無負荷運転(クールダウン/アフターアイドル)をした後にエンジンを止める事が取扱説明書などでも推奨されている。主に純正装着のターボにおいては軸受け周辺のオイルギャラリーが水冷化されている場合が多く、前述の運転後のケアは特に不要であると言われている。

これまでの運行ではターボエンジンへの影響は出ていないので、2011年夏の運行経験を経た後、影響の有無について判断できよう。

2.4 パワーステアリングへの影響

油圧式パワーステアリングはエンジンの出力を利用してポンプを作動させることで油圧を取り出し、その力で操舵力を補助する方式なのでエンジン停止中は全く機能しない。この点を問題にしていると思われるが、停車中はステアリング操作の必要がなく、万一必要な場合にはエンジンカットをしない、あるいはリスタートするなどすれば問題無い。