

JAERI-M

86-042

グリースの動特性に及ぼす
放射線照射効果の研究

1986年3月

荒川和夫・矢島俊男*・中西 博**・曾田孝雄**
貴家恒男・岩本 肇*・萩原 幸

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

JAERI-M レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問合せは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11 茨城県那珂郡東海村）
あて、お申しこしください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11 茨城
県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Division, Department
of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun,
Ibaraki-ken 319-11, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1986

編集兼発行 日本原子力研究所
印 刷 山田軽印刷所

グリースの動特性に及ぼす放射線照射効果の研究

日本原子力研究所高崎研究所開発部

荒川 和夫・矢島 俊男^{*}・中西 博^{**}・曾田 孝雄^{**}
貴家 恒男・岩本 肇^{*}・萩原 幸

(1986年2月5日受理)

ポリフェニルエーテルを基油として無機系増ちょう剤を用いて新規に開発したモレスコハイラッド RG-42-0 グリースの耐放射線性をメカニカルスナッパの摩擦抵抗力を測定することにより評価した。グリースは⁶⁰Coγ線により最大 100 MGy (10,000 Mrad) まで照射した後、メカニカルスナッパに塗布した。使用したメカニカルスナッパ（標準ストローク 125 mm）の定格荷重は 0.16 ton 及び 1.0 ton にセットした。摩擦抵抗力は走行速度 0.001, 0.01, 0.1 及び 2.0 mm/sec で、60°Cで測定した。定格荷重 0.16 ton のとき、90 MGy まで照射したグリースの抵抗力は、定格荷重の 1% または 5 kgf のいずれか大きい方の値以下の基準値を保持した。定格荷重 1.0 ton の場合、70 MGy まで抵抗力は定格荷重の 1% または 10 kgf のいずれか大きい方の値の基準値を保持した。

高崎研究所：群馬県高崎市綿貫町

* 日本発条株式会社

** 株式会社松村石油研究所

Irradiation Effect Study on Dynamic Performance of Grease

Kazuo ARAKAWA, Toshio YAJIMA*, Hiroshi NAKANISHI**
Takao SODA**, Tsuneo SASUGA, Takeshi IWAMOTO*

and Miyuki HAGIWARA

Department of Development
Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Watanuki-chi, Takasaki-shi, Gunma-ken

(Received February 5, 1986)

The radiation resistance of newly developed grease, MORESCO HIRAD RG-42-0, consisting of polyphenyl ether as base oil and inorganic compound as gelling agent was evaluated by conducting measurements of frictional resistance force on mechanical snubbers. After the irradiation of ^{60}Co γ -rays up to a predetermined dose [max. 100 MGy (10000 Mrad)], the grease was applied to mechanical snubbers. The rated load of mechanical snubbers used (standard stroke of 125 mm) was set at 0.16 ton and 1.0 ton. The frictional resistance force was measured at a velocity of 0.001, 0.01, 0.1 and 2.0 mm/sec and at temperature of 60°C. When the rated load was 0.16 ton, the frictional resistance force of irradiated grease was kept less than a criterion, a greater value of either 5 kgf or 1 % of the rated load, at every tested dose up to 90 MGy. In case of 1.0 ton, the frictional resistance force of the irradiated grease was less than a greater value of either 10 kgf or 1 % of the rated load at doses up to 70 MGy.

Keywords: Radiation Effect, Grease, Dynamic Performance, Mechanical Snubber, Frictional Resistance Force

* NHK SPRING CO., LTD.

** Matsumura Oil Research Corporation

目 次

1. はじめに.....	1
2. 試験.....	2
2.1 グリース.....	2
2.2 動特性試験用メカニカルスナッパ.....	2
2.3 試験条件設定の考え方.....	2
2.4 試験パラメーター.....	3
2.5 試験の方法.....	3
3. 結果とその評価.....	4
3.1 低速走行試験結果.....	4
3.2 評価基準について.....	5
3.3 耐放射線性評価.....	5
4. あとがき.....	6

Contents

1. Introduction	1
2. Experimental	2
2.1 Grease	2
2.2 Mechanical Snubber used for Dynamic Performance Tests	2
2.3 Standard Design for Test Conditions	2
2.4 Test Parameters	3
2.5 Test Procedure	3
3. Results and Evaluation	4
3.1 Result of Low-Speed Movement Test	4
3.2 Criteria for Evaluation	5
3.3 Radiation Resistance Evaluation for Dynamic Testing	5
4. Supplement	6

1. はじめに

最近、原子力発電所では、各種配管や関連機器に対し、従来より一層の対震・防振対策が求められており、また保守点検を最小限とするいわゆるメンテナンスフリー化が指向されている。このような背景のもとに、防振器としてメカニカルスナッパ（機械的防振器）が、オイルダンパに代って使用されてきている。

動力炉核燃料開発事業団が建設予定としている高速増殖炉“文珠”（原型炉）のナトリウム一次冷却用配管・熱交換器、ナトリウムストレージタンク等を支持するためのメカニカルスナッパは、プラント寿命である30年の間に高線量の放射線に曝される。このためメカニカルスナッパ用潤滑剤として、耐放射線性に優れたグリースが強く求められており、最大100 MGy (10,000 Mrad) の耐放射線性が必要とされている。

これまで、日本原子力研究所では各種の市販グリースについて、放射線照射によるちう度、離油度、遊離酸、滴点などの基本特性の変化を調べ、耐放射線性を評価するとともに、^{1), 2)}(株)松村石油研究所との共同研究において“耐放射線性グリース”的開発を並行して進めてきた。その結果、日本原子力研究所と(株)松村石油研究所との共同開発によるグリースが最も高い耐放射線性を有していることを明らかにしてきた。

本研究は、新規開発のグリースを高速増殖炉“文珠”用メカニカルスナッパに使用する場合を想定し、その動特性に及ぼす照射効果を調べるとともに、使用限界線量を評価することを目的に進めたものである。

本報告書は日本原子力研究所、日本発条株式会社、及び株式会社松村石油研究所との間で進めている共同研究「グリースの動特性に及ぼす放射線照射効果の研究」の結果を中間報告するものである。

後述のように、今回の試験により、グリースは100 MGyまでメカニカルスナッパが固着しないことが明らかとなるとともに、全サイズのメカニカルスナッパについて少なくとも70 MGyまでは耐えること、グリースの耐放射線性の改良の具体的なターゲットとして、100 MGyの照射後、グリースの硬化の度合を若干小さくできれば良いことも明らかとなった。このことは新規開発グリースが“文珠”用メカニカルスナッパに有效地に利用し得ることを示すもので、この事実をこの方面の関係者に早急に周知することが重要と考え、共同研究の中間報告として本報告書をまとめた次第である。

2. 試験

2.1 グリース

今回使用したグリースは、NL GI ちょう度番号 0 であり、その組成及び一般性状を表 1 に示す。

2.2 動特性試験用メカニカルスナッパ

メカニカルスナッパは、配管などの振動をボールナットにより軸の回転運動に転換し、軸に固定してあるディスクスプリングと、軸に対し回転自在に取付けてあるフライホイールとの間に生ずる回転遅れを利用してブレーキ作用を起こさせ、軸の回転を制動する機構となっている。その構造を図 1 に示す。この機構は加速度に感応して作動するディスクブレーキと考えることが出来、この機構を使用すれば、配管などのゆるやかな移動に対しては、ブレーキが作用しないため、抵抗力はほとんど発生せず、一方、高加速度を伴う振動や衝撃に対してはこれを押えることが出来る。このように、メカニカルスナッパは動く装置であるため、摺動・回転する箇所があり、潤滑が必要となる。メカニカルスナッパの潤滑箇所は、回転部としてボールネジ、ボールナット及びボールベアリングがあり、摺動部としてロードコラムがある。これらの潤滑性能は、ゆるやかな動きに対する低抵抗力として直接影響を与える。

供試体であるメカニカルスナッパは、放射線照射グリースの量、スナッパのロットのはらつき、スナッパサイズ等を考慮して以下の型式とする。また図 2 に供試体のディメンションを示す。

供試体 No.	型 番	公称定格荷重	数量
001 A～B	NMB - 001 - 125	160 kgf	2
010 A	NMB - 010 - 125	1000 kgf	1

なお、供試体は、標準図面により製作されたもので、品質保証マニュアルに基づき製造工程がトレースできるよう管理されて製造されたものの中からランダムにピックアップされたものである。

2.3 試験条件設定の考え方

グリースの放射線劣化がメカニカルスナッパの機能喪失に影響する要因として、放射線劣化に伴うグリースの固化傾向によりスナッパが固着する現象を想定した。この現象をメカニカルスナッパにおいて定量的に把握するためには、プラント寿命中の積算放射線量までグリースを照射した後、メカニカルスナッパをゆるやかな速度で作動させた時、十分低い抵抗力で作動することを確認する方法が現実的である。そこで、プラント寿命中の積算線量として 100 MGy まで照射した後、グリースをメカニカルスナッパに塗布し、スナッパの低速走行抵抗力を測定することによって、

放射線劣化がメカニカルスナッパの性能に及ぼす影響を評価する。

試験方法は、配管や機器の熱膨張による変位時に想定される速度を供試体に与え、この時の抵抗力を測定する低速走行試験を行う。

2.4 試験パラメーター

試験パラメーターは以下のように設定した。

2.4.1 低速走行試験速度

試験走度 (mm/s)
0.001
0.01
0.1
2.0

走行試験時の温度は 60 °C に設定した。

2.4.2 放射線照射

線量 ($^{60}\text{Co}-\gamma$ 線) Gy
0
3×10^7
4×10^7
6×10^7
7×10^7
8×10^7
9×10^7
1×10^8

グリースを 200 ml 用ビーカーに入れ、空気中静置の状態で $^{60}\text{Co}-\gamma$ 線を用い、 $1 \times 10^4 \text{ Gy/h}$ ($1 \times 10^6 \text{ rad/h}$) の線量率で、以下の線量まで照射した。

2.5 試験方法

試験項目及び試験番号のマトリックスを表 2 に示す。また、試験機・測定系のブロックダイヤグラムおよび試験手順をそれぞれ図 3 および図 4 に示す。

3. 結果とその評価

3.1 低速走行試験結果

低速走行試験結果および走行速度による抵抗力の変化を以下のようにまとめて示した。

低速走行試験結果（抵抗力）

供試体番号	型番	抵抗力内容	表番号
001 A	NMB-001-125	最大値	表 3
001 B	NMB-001-125	"	表 4
010 A	NMB-010-125	"	表 5
001 A	NMB-001-125	平均値	表 6
001 B	NMB-001-125	"	表 7
010 A	NMB-010-125	"	表 8

走行速度による抵抗力の変化

供試体番号	走行速度 (mm/sec)	抵抗力内容	図の番号	型式
001 A, B	0.001	最大値	図 5	NMB-001-125
	0.01	"	図 5	
	0.1	"	図 6	
	2.0	"	図 6	
	0.001	平均値	図 7	
	0.01	"	図 7	
	0.1	"	図 8	
	2.0	"	図 8	
010 A	0.001	最大値	図 9	NMB-010-125
	0.01	"	図 9	
	0.1	"	図 10	
	2.0	"	図 10	
	0.001	平均値	図 11	
	0.01	"	図 11	
	0.1	"	図 12	
	2.0	"	図 12	

表3～表8は各照射線量に対する低速走行時の抵抗力を示し、図5～図12は線量と抵抗力の関係を示す。

3.2 評価基準について

メカニカルスナッパは、その機能上、速度のゆるやかな動きに対し、抵抗力を発することなく追従することが要求されることから、摩擦力は基本性能の1つとして重要な値となっている。基本的には摩擦力は小さい程良いが、無限に小さくすることは現実的に不可能であるため、工学的には配管系に与える影響が無視し得る程度に小さければ良いと判断できる。

現在、軽水炉で使用されている基準値の1つは、定格荷重の1%または5 kgfの大きい方の値とされており、もう1つの基準値は、定格荷重の3%または50 kgfの大きい方の値とされている。適用系統等によって異なる。ここでは基準値を定格荷重が1/5 ton以下の標準品については定格荷重の1%または5 kgfのいずれか大きい方の値以下、定格荷重1.0 ton のものについては定格荷重の1%または10 kgfのいずれか大きい方の値以下として評価した。

3.3 耐放射線性評価

グリースの放射線劣化がメカニカルスナッパの性能に及ぼす影響を実験的に確認した結果以下のことが判明した。

- (1) 本グリースは100 MGyまでの放射線量に対して、メカニカルスナッパが固着することは無い。
- (2) 定格荷重160 kgf用メカニカルスナッパは、90 MGyまで低抗力が初期の規定値（定格荷重の1%または5 kgfの大きい方の値以下）を満足する。
- (3) 定格荷重1ton用メカニカルスナッパは、70 MGyまで抵抗力が初期の規定値を満足する。
- (4) 定格荷重1ton用メカニカルスナッパは、メカニカルスナッパの各サイズの中で低速走行抵抗力が基準値に対し最も厳しいサイズである。従って、全サイズのメカニカルスナッパにわたって、70 MGyまでは問題なく本グリースが使用出来る。
- (5) 本グリースを潤滑機能から評価すると、70 MGyまでは機能にはらつきが少なく初期抵抗力以下の抵抗力で安定している。80 MGyを越えると抵抗力は増加する傾向にある。
- (6) 本グリースは、潤滑機能に速度依存性があり、速い速度程抵抗力は大きい。この傾向は80 MGyを越えると顕著である。
- (7) 今回の実験は、グリースに⁶⁰Co-γ線を照射したままの状態でグリースをメカニカルスナッパに塗布して、低速走行試験を実施したもので、グリースには機械的せん断力を何んら加えていない。つまり、グリースは不混和の状態に相当する。しかし、実機においては、プラント寿命中に何度かプラントをshut-downしたり、何らかの振動荷重がメカニカルスナッパに負荷されることが想定される。そこで、メカニカルスナッパを2 mm/secで全ストロークに渡って作動させた後、2 mm/secで低速走行時抵抗力を測定した結果を図13に示す。図から明らかのように、100 MGyまで照射したもので、メカニカルスナッパを30回以上作動すると、抵抗力は約1/3に低減する。つまり、100 MGyまで照射した直後の抵抗力は、定格荷重1tonのスナッパで41 kgfであったものが、30回の作動で14.7 kgfに低下した。このようにプラント寿命中に起る熱移動を想定すると、今回のデータは線量に対し、安全サイドに評価したといえる。
- (8) 放射線を照射したグリースは、その量において限度がある。そこで、メカニカルスナッパの

サイズファクターについて評価するために、過去の出荷ベースにおける実績を統計処理したものから判断すると、定格荷重 1 ton用のスナッパが構造的に最も厳しい値を示している。従って、定格荷重 1 ton用スナッパの評価は他のサイズに対して安全側の評価といえる。

(9) 軽水炉で使用されているもう一方の基準である定格荷重 3 %または 50 kgf の大きい値以下で評価すれば、本グリースは 100 MGyまで基準値を満足する。

4. あ と が き

評価の方法はさらに検討の余地があるものと思われるが、本報告書では、評価値をプラント寿命中全てにおいて、定格荷重の 1 %または 5 kgf の大きい方の値以下とし、定格荷重 160 kgf 用は 90 MGy、1 ton用は 70 MGyまで一応の線引きを試みた。また、プラント運転中に熱移動によりスナッパが動くことを想定した考察を加えた。これによると 100 MGy 照射後、熱移動でスナッパが 30 回作動すると、抵抗力は約 1 / 3 に低減する。この熱移動の想定を加えれば 100 MGyでも上記基準値を満足する可能性が大いにあり得る。また、グリースの耐放射線性は、基油や増ちょう剤単体の耐放射線性に大きく依存するが、また基油と増ちょう剤によってつくられるゲル構造にも左右される。このゲル構造の最適調整という点からさらに改良の余地があり、今後検討することとした。

おわりに、本研究を開始するにあたり、田村直幸開発部長、(株)松村石油研究所八木徹也技術部長に大変なご尽力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

References

- 1) Arakawa, K., Nakanishi, H., Hayakawa, N., Fujii, Y., Kanie, T., Yagi, T., and Yoshida, K., J. At. Energy Soc. Japan, 印刷中
- 2) Arakawa, K., Nakanishi, H., Hayakawa, N., Yagi, T., and Yoshida, K., J. At. Energy Soc. Japan, 投稿中

サイズファクターについて評価するために、過去の出荷ベースにおける実績を統計処理したものから判断すると、定格荷重 1 ton用のスナッパが構造的に最も厳しい値を示している。従って、定格荷重 1 ton用スナッパの評価は他のサイズに対して安全側の評価といえる。

- (9) 軽水炉で使用されているもう一方の基準である定格荷重 3 %または 50 kgf の大きい値以下で評価すれば、本グリースは 100 MGyまで基準値を満足する。

4. あ と が き

評価の方法はさらに検討の余地があるものと思われるが、本報告書では、評価値をプラント寿命中全てにおいて、定格荷重の 1 %または 5 kgf の大きい方の値以下とし、定格荷重 160 kgf 用は 90 MGy、1 ton用は 70 MGy まで一応の線引きを試みた。また、プラント運転中に熱移動によりスナッパが動くことを想定した考察を加えた。これによると 100 MGy 照射後、熱移動でスナッパが 30 回作動すると、抵抗力は約 1 / 3 に低減する。この熱移動の想定を加えれば 100 MGy でも上記基準値を満足する可能性が大いにあり得る。また、グリースの耐放射線性は、基油や増ちょう剤単体の耐放射線性に大きく依存するが、また基油と増ちょう剤によってつくられるゲル構造にも左右される。このゲル構造の最適調整という点からさらに改良の余地があり、今後検討することとした。

おわりに、本研究を開始するにあたり、田村直幸開発部長、(株)松村石油研究所八木徹也技術部長に大変なご尽力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

References

- 1) Arakawa, K., Nakanishi, H., Hayakawa, N., Fujii, Y., Kanie, T., Yagi, T., and Yoshida, K., J. At. Energy Soc. Japan, 印刷中
- 2) Arakawa, K., Nakanishi, H., Hayakawa, N., Yagi, T., and Yoshida, K., J. At. Energy Soc. Japan, 投稿中

表1 グリースの組成及び一般性状

グリース名		モレスコハイラッド RG-42-0
NLGI ちょう度番号		0
ちよ う 度	不混和	341
	混和	349
離油度 ($100^{\circ}\text{C} \times 30\text{ h}$) (%)		2.40
遊離酸 (%)		0.00
滴点 $^{\circ}\text{C}$		300以上
基油		ポリフェニルエーテル
増ちょう剤		無機系

表2 試験マトリックス

線量 (MGy)	走行速度 (mm/sec)	試験 No		
		001 A	001 B	010 A
0	0.001	1	33	97
	0.01	2	34	98
	0.1	3	35	99
	2.0	4	36	100
30	0.001	5	37	101
	0.01	6	38	102
	0.1	7	39	103
	2.0	8	40	104
40	0.001	9	41	105
	0.01	10	42	106
	0.1	11	43	107
	2.0	12	44	108
60	0.001	13	45	109
	0.01	14	46	110
	0.1	15	47	111
	2.0	16	48	112
70	0.001	17	49	113
	0.01	18	50	114
	0.1	19	51	115
	2.0	20	52	116
80	0.001	21	53	117
	0.01	22	54	118
	0.1	23	55	119
	2.0	24	56	120
90	0.001	25	57	121
	0.01	26	58	122
	0.1	27	59	123
	2.0	28	60	124
100	0.001	29	61	125
	0.01	30	62	126
	0.1	31	63	127
	2.0	32	64	128

表3 低速走行試験結果（最大値）

供試体 No. 001A
グリス モレスコハイラッド RG-42-0

線量 (MGy)	走行速度 (mm/sec)	抵抗力 (kgf)		整理 No.
		圧縮	引張	
0	0.001	1.0	1.0	001A 1
	0.01	1.1	0.9	001A 2
	0.1	2.7	2.7	001A 3
	2.0	2.4	2.8	001A 4
30	0.001	0.5	0.6	001A 5
	0.01	0.6	0.7	001A 6
	0.1	1.7	1.1	001A 7
	2.0	1.4	1.0	001A 8
40	0.001	0.4	0.5	001A 9
	0.01	0.5	0.5	001A 10
	0.1	1.3	1.1	001A 11
	2.0	1.6	1.3	001A 12
60	0.001	1.0	1.0	001A 13
	0.01	1.1	1.3	001A 14
	0.1	2.0	1.2	001A 15
	2.0	1.8	1.2	001A 16
70	0.001	0.4	0.7	001A 17
	0.01	0.5	0.7	001A 18
	0.1	1.2	0.9	001A 19
	2.0	1.3	1.0	001A 20
80	0.001	0.4	0.5	001A 21
	0.01	0.6	0.5	001A 22
	0.1	1.3	1.2	001A 23
	2.0	2.3	2.2	001A 24
90	0.001	0.6	0.4	001A 25
	0.01	0.7	0.7	001A 26
	0.1	1.2	1.2	001A 27
	2.0	3.6	3.3	001A 28
100	0.001	1.0	1.1	001A 29
	0.01	1.3	1.3	001A 30
	0.1	2.8	2.4	001A 31
	2.0	6.4	5.0	001A 32

表 4 低速走行試験結果（最大値）

供試体 No. 001B
グリス モレスコハイラッド RG-42-0

線量 (MGy)	走行速度 (mm/sec)	抵抗力 (kgf)		整理 No.
		圧縮	引張	
0	0.001	1.3	0.9	001B 1
	0.01	1.4	1.1	001B 2
	0.1	3.2	1.8	001B 3
	2.0	2.7	2.0	001B 4
30	0.001	1.1	1.0	001B 5
	0.01	0.9	0.7	001B 6
	0.1	1.6	1.4	001B 7
	2.0	1.6	1.3	001B 8
40	0.001	0.6	0.5	001B 9
	0.01	0.8	0.6	001B 10
	0.1	1.5	1.5	001B 11
	2.0	1.7	1.4	001B 12
60	0.001	1.0	1.2	001B 13
	0.01	1.5	1.2	001B 14
	0.1	2.5	2.5	001B 15
	2.0	2.2	2.1	001B 16
70	0.001	0.7	0.5	001B 17
	0.01	1.0	0.6	001B 18
	0.1	3.4	1.0	001B 19
	2.0	1.8	1.6	001B 20
80	0.001	0.5	0.6	001B 21
	0.01	0.9	0.7	001B 22
	0.1	1.8	1.4	001B 23
	2.0	3.9	4.3	001B 24
90	0.001	0.4	0.5	001B 25
	0.01	0.8	0.7	001B 26
	0.1	2.0	1.8	001B 27
	2.0	4.1	4.5	001B 28
100	0.001	1.8	2.1	001B 29
	0.01	3.0	1.3	001B 30
	0.1	4.8	3.8	001B 31
	2.0	3.8	3.2	001B 32

表 5 低速走行試験結果（最大値）

供試体 No. 010A
グリス モレスコハイラッド RG-42-0

線量 (MGy)	走行速度 (mm/sec)	抵抗力 (kgf)		整理 No.
		圧縮	引張	
0	0.001	3.4	3.8	010A 1
	0.01	3.2	4.2	010A 2
	0.1	5.0	6.2	010A 3
	2.0	7.0	7.6	010A 4
30	0.001	2.4	2.7	010A 5
	0.01	2.4	3.5	010A 6
	0.1	8.2	2.6	010A 7
	2.0	5.8	5.7	010A 8
40	0.001	2.2	2.8	010A 9
	0.01	2.2	2.4	010A 10
	0.1	3.3	3.8	010A 11
	2.0	4.2	4.4	010A 12
60	0.001	1.6	2.2	010A 13
	0.01	1.8	2.0	010A 14
	0.1	3.2	3.8	010A 15
	2.0	5.2	4.6	010A 16
70	0.001	1.6	2.0	010A 17
	0.01	1.7	2.4	010A 18
	0.1	2.9	3.4	010A 19
	2.0	5.0	5.3	010A 20
80	0.001	1.3	1.5	010A 21
	0.01	2.3	4.5	010A 22
	0.1	5.0	9.0	010A 23
	2.0	11.0	18.0	010A 24
90	0.001	1.8	2.0	010A 25
	0.01	3.0	2.4	010A 26
	0.1	8.0	3.8	010A 27
	2.0	10.2	9.2	010A 28
100	0.001	4.0	4.4	010A 29
	0.01	7.4	6.6	010A 30
	0.1	20.0	16.0	010A 31
	2.0	35.0	41.0	010A 32

表 6 低速走行試験結果（平均値）

供試体 No. 001A
グリス モレスコハイラッド RG-42-0

線量 (MGy)	走行速度 (mm/sec)	抵抗力 (kgf)		整理 No.
		圧縮	引張	
0	0.001	0.9	0.8	001A 1
	0.01	0.9	0.8	001A 2
	0.1	1.0	1.2	001A 3
	2.0	1.4	1.5	001A 4
30	0.001	0.5	0.5	001A 5
	0.01	0.5	0.5	001A 6
	0.1	0.8	0.6	001A 7
	2.0	1.0	0.7	001A 8
40	0.001	0.4	0.4	001A 9
	0.01	0.5	0.5	001A 10
	0.1	0.9	0.7	001A 11
	2.0	1.1	0.9	001A 12
60	0.001	0.9	0.7	001A 13
	0.01	0.8	0.8	001A 14
	0.1	1.4	1.0	001A 15
	2.0	1.3	0.8	001A 16
70	0.001	0.3	0.5	001A 17
	0.01	0.4	0.5	001A 18
	0.1	0.7	0.7	001A 19
	2.0	0.9	0.8	001A 20
80	0.001	0.4	0.4	001A 21
	0.01	0.6	0.5	001A 22
	0.1	0.8	0.8	001A 23
	2.0	1.8	1.7	001A 24
90	0.001	0.5	0.4	001A 25
	0.01	0.7	0.5	001A 26
	0.1	1.0	0.8	001A 27
	2.0	2.8	2.7	001A 28
100	0.001	0.8	1.0	001A 29
	0.01	1.0	0.9	001A 30
	0.1	1.2	1.6	001A 31
	2.0	5.0	4.2	001A 32

表 7 低速走行試験結果（平均値）

供試体 No. 001B
グリス モレスコハイラッド RG-42-0

標量 (MGy)	走行速度 (mm/sec)	抵抗力 (kgf)		整理 No.
		圧縮	引張	
0	0.001	1.1	0.8	001B 1
	0.01	1.1	1.0	001B 2
	0.1	1.3	1.2	001B 3
	2.0	1.7	1.4	001B 4
30	0.001	0.4	0.5	001B 5
	0.01	0.6	0.5	001B 6
	0.1	1.0	0.7	001B 7
	2.0	1.1	0.9	001B 8
40	0.001	0.4	0.4	001B 9
	0.01	0.6	0.5	001B 10
	0.1	1.2	0.7	001B 11
	2.0	1.3	1.2	001B 12
60	0.001	0.9	0.9	001B 13
	0.01	1.1	1.1	001B 14
	0.1	1.3	1.2	001B 15
	2.0	1.2	1.0	001B 16
70	0.001	0.4	0.4	001B 17
	0.01	0.5	0.5	001B 18
	0.1	0.8	0.7	001B 19
	2.0	0.9	0.6	001B 20
80	0.001	0.4	0.5	001B 21
	0.01	0.6	0.6	001B 22
	0.1	1.0	0.9	001B 23
	2.0	3.1	3.1	001B 24
90	0.001	0.4	0.4	001B 25
	0.01	0.5	0.5	001B 26
	0.1	1.2	1.0	001B 27
	2.0	3.3	3.5	001B 28
100	0.001	0.8	0.7	001B 29
	0.01	1.0	1.0	001B 30
	0.1	1.2	1.4	001B 31
	2.0	3.0	3.2	001B 32

表 8 低速走行試験結果 (平均値)

供試体 No. 010A
グリス モレスコハイラッド RG-42-0

線量 (MGy)	走行速度 (mm/sec)	抵抗力 (kgf)		整理 No.
		圧縮	引張	
0	0.001	2.8	2.4	010A 1
	0.01	2.4	2.4	010A 2
	0.1	2.6	2.8	010A 3
	2.0	5.2	5.2	010A 4
30	0.001	1.6	1.8	010A 5
	0.01	1.4	1.6	010A 6
	0.1	2.0	2.0	010A 7
	2.0	5.0	5.0	010A 8
40	0.001	1.2	1.6	010A 9
	0.01	1.4	1.6	010A 10
	0.1	1.8	1.8	010A 11
	2.0	3.6	3.6	010A 12
60	0.001	1.0	1.4	010A 13
	0.01	1.2	1.4	010A 14
	0.1	1.6	1.8	010A 15
	2.0	4.0	3.6	010A 16
70	0.001	1.2	1.6	010A 17
	0.01	1.4	1.8	010A 18
	0.1	1.0	1.4	010A 19
	2.0	4.3	4.4	010A 20
80	0.001	1.0	1.2	010A 21
	0.01	1.8	2.4	010A 22
	0.1	3.2	3.2	010A 23
	2.0	10.0	13.0	010A 24
90	0.001	1.6	1.6	010A 25
	0.01	2.0	1.6	010A 26
	0.1	2.4	2.2	010A 27
	2.0	8.6	8.4	010A 28
100	0.001	2.8	2.8	010A 29
	0.01	4.0	4.0	010A 30
	0.1	5.0	7.0	010A 31
	2.0	30.0	33.0	010A 32

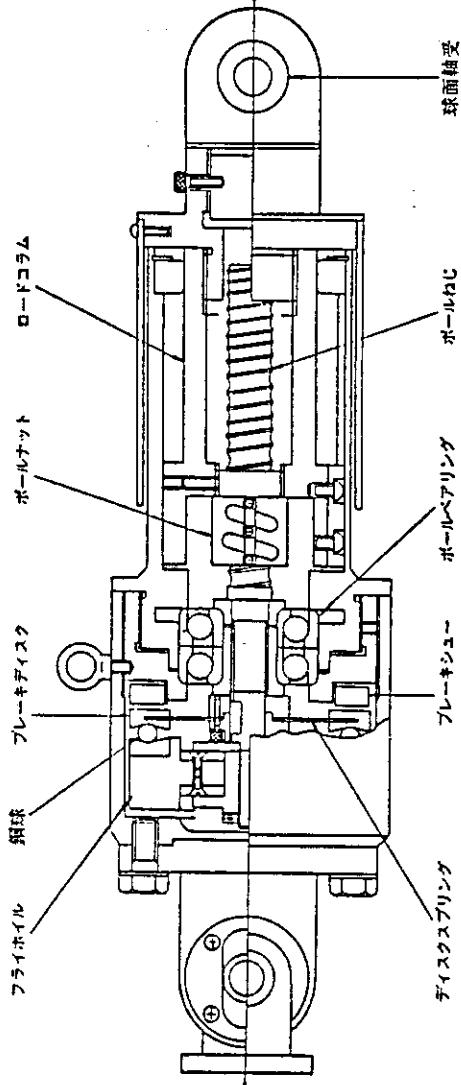
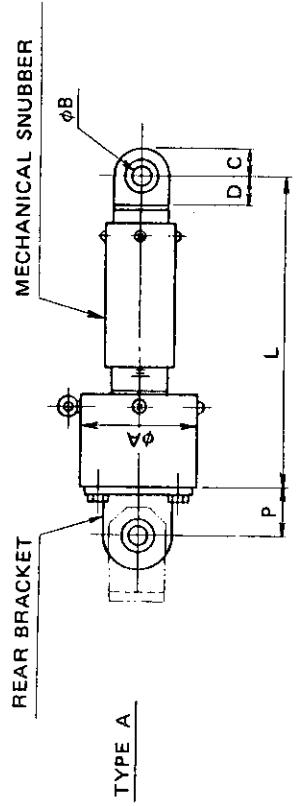


図 1 メカニカルスナッバの構造



SIZE NO.	RATED LOAD (TON F)	DYNAMIC SPRING CONSTANT (kgf/mm)	L at STROKE 0 RATED STROKE 125 mm (mm)	BORE DIA. φA (mm)	PINHOLE DIA. φB (mm)	C (mm)	D (mm)
NMB-001	0.16	280	343	84	10 ^{+0.015} ₀	18	21
NMB-010	1.00	1100	388	130	15 ^{+0.015} _{0.007}	25	33

図 2 供試体メカニカルスナッバのディメンジョン

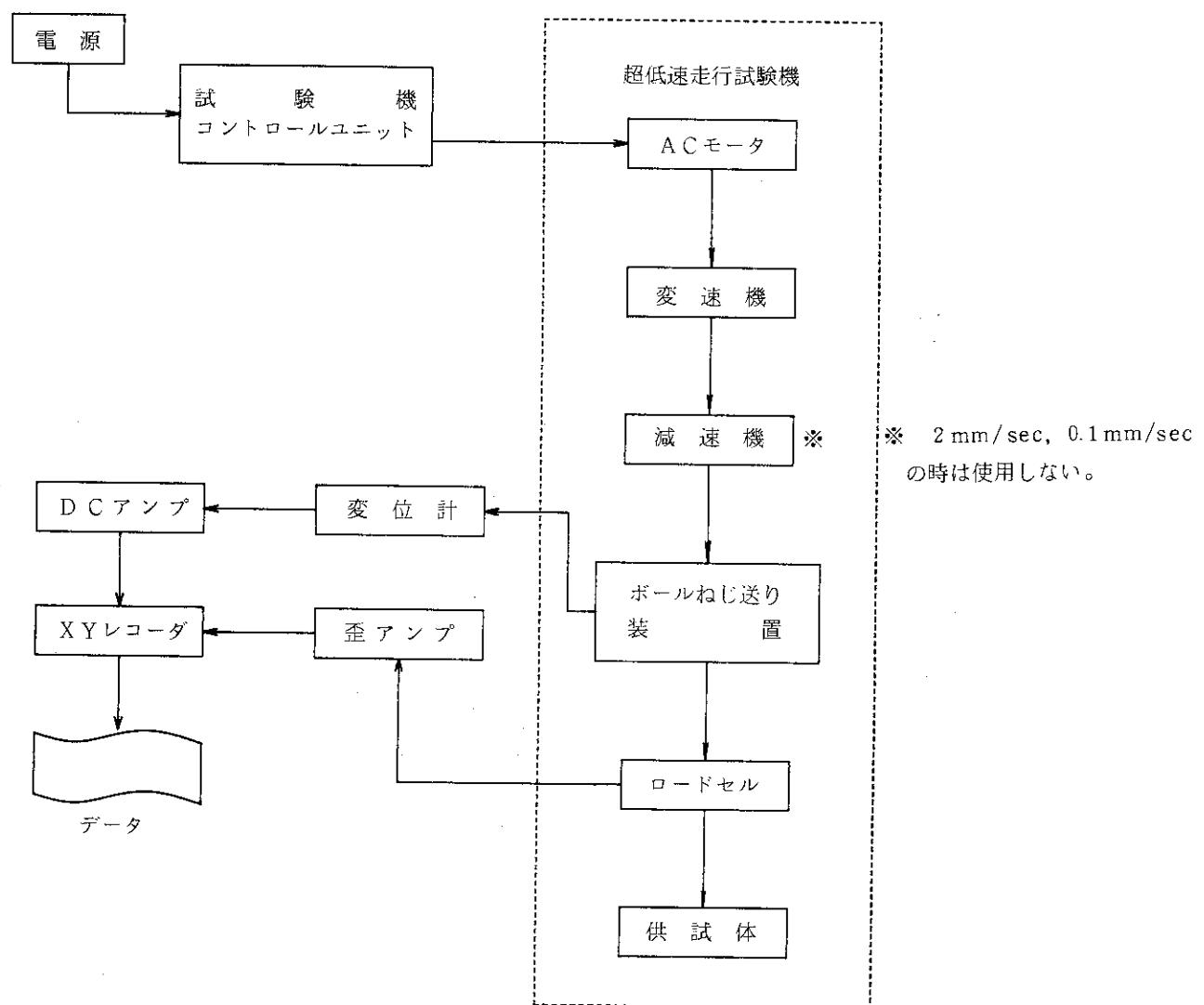


図3 試験機・測定系のブロックダイヤグラム

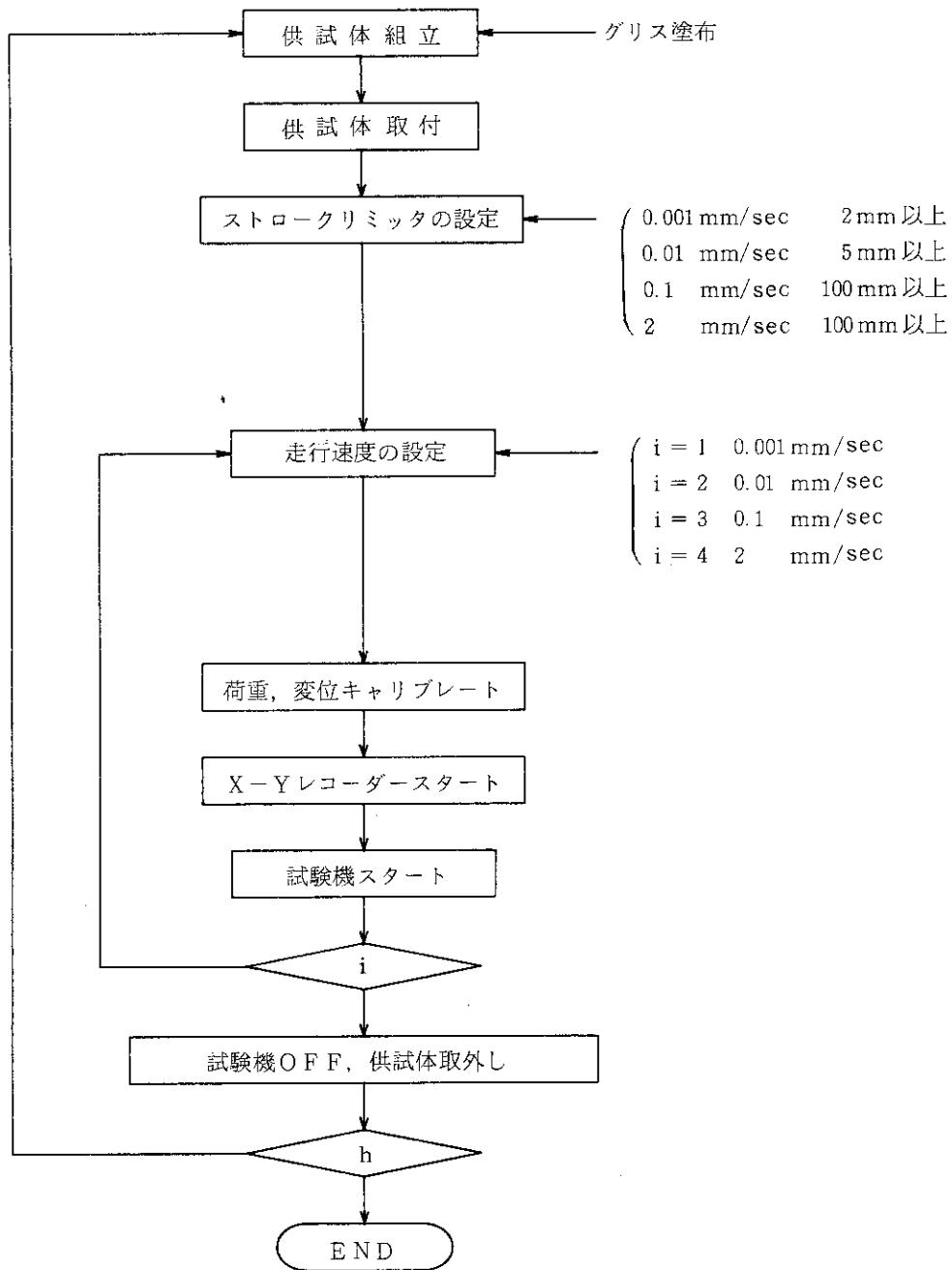
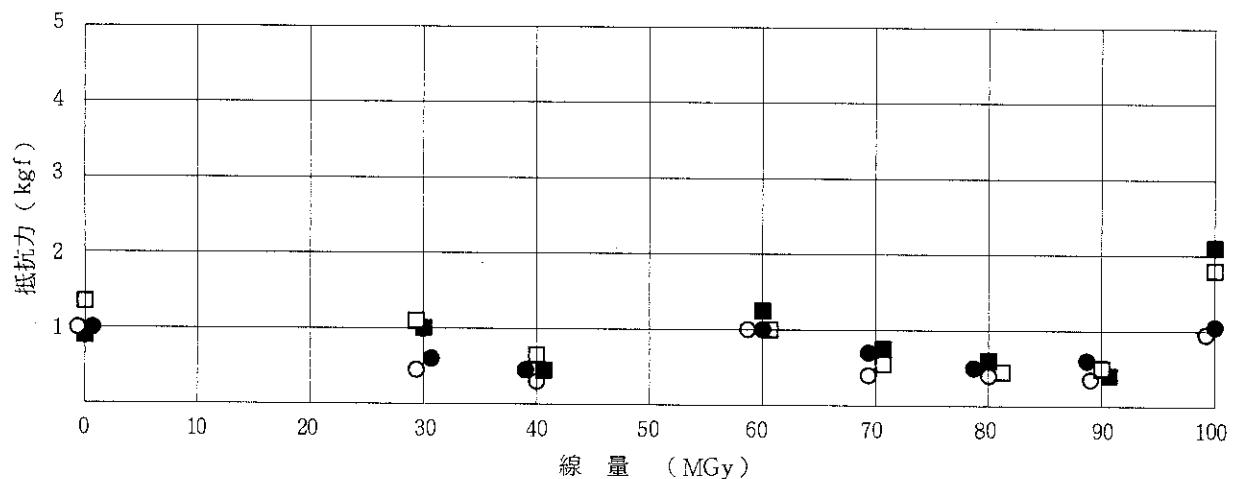


図4 試験手順

(a) 走行速度 : 0.001 mm / sec



(b) 走行速度 : 0.01 mm / sec

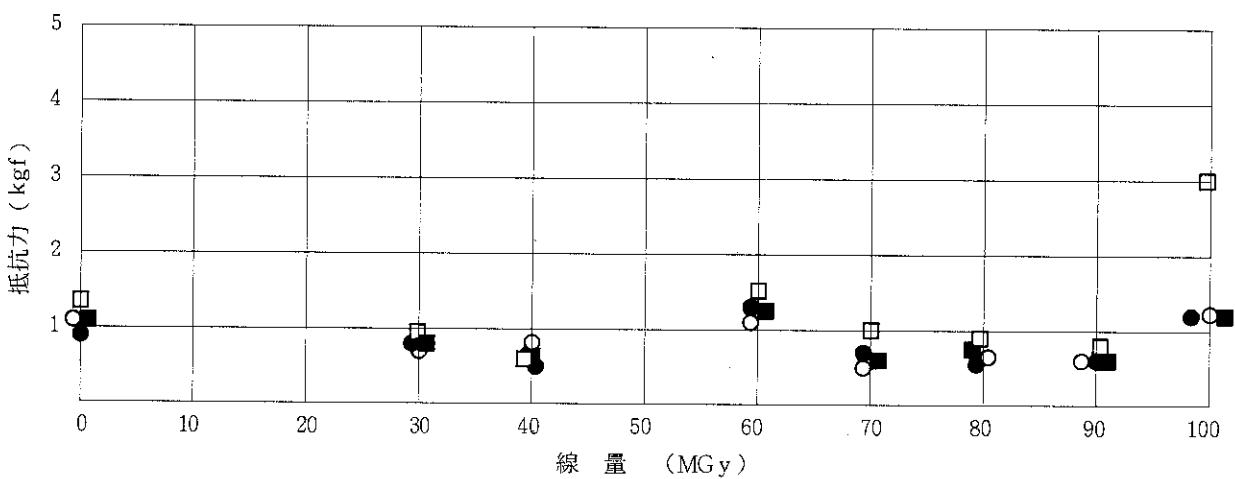


図 5 走行速度による線量と抵抗力（最大値）の関係
 走行速度 (a) : 0.001mm/sec , (b) : 0.01mm/sec
 供試体 001 A ; ○圧縮, ●引張
 001 B ; □圧縮, ■引張

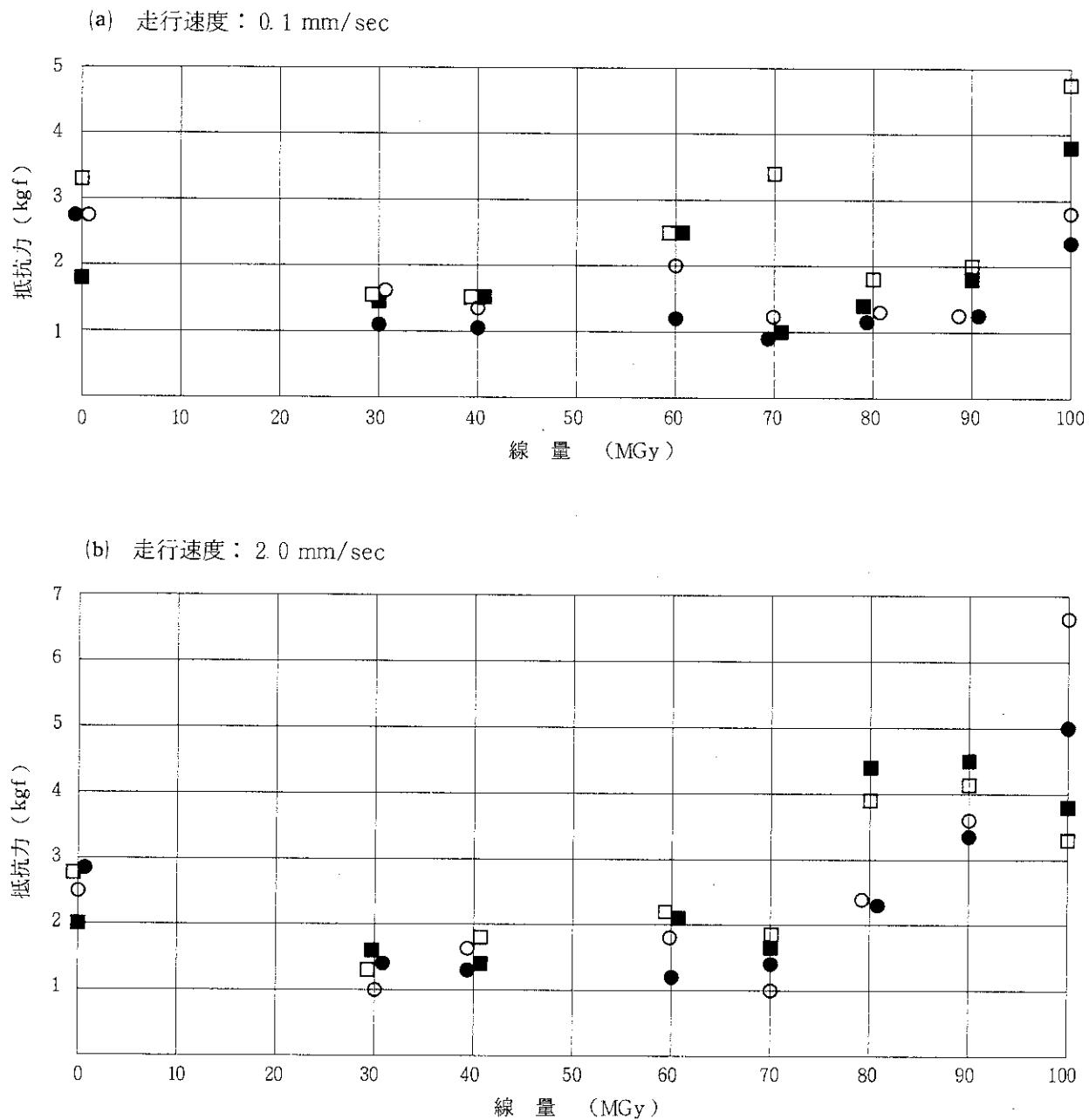


図6 走行速度による線量と抵抗力(最大値)の関係

走行速度 (a) : 0.1 mm/sec, (b) : 2.0 mm/sec

供試体 001 A : ○圧縮, ●引張

001 B : □圧縮, ■引張

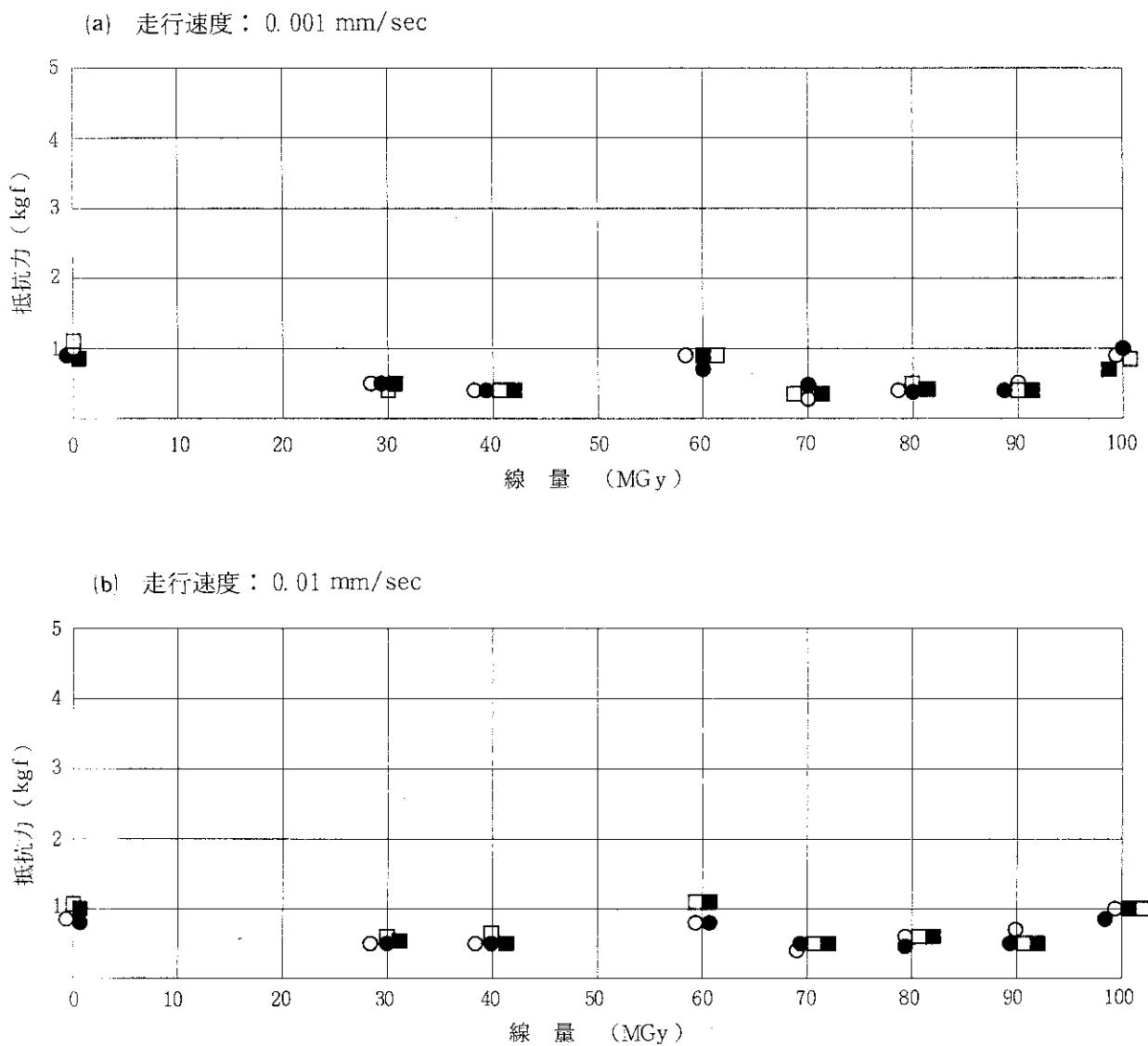
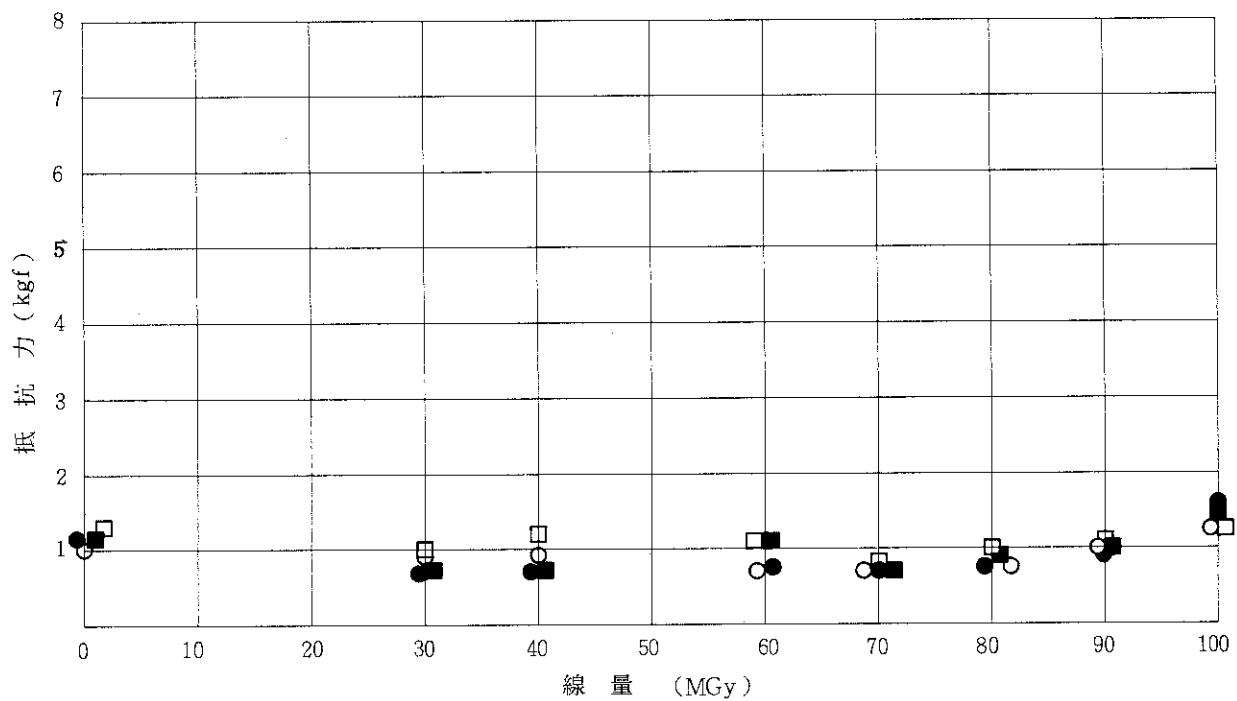


図7 走行速度による線量と抵抗力（平均値）の関係
 走行速度 (a) : 0.001 mm/sec, (b) : 0.01 mm/sec
 供試体 001 A : ○圧縮, ●引張
 001 B : □圧縮, ■引張

(a) 走行速度 : 0.1 mm/sec



(b) 走行速度 : 2.0 mm/sec

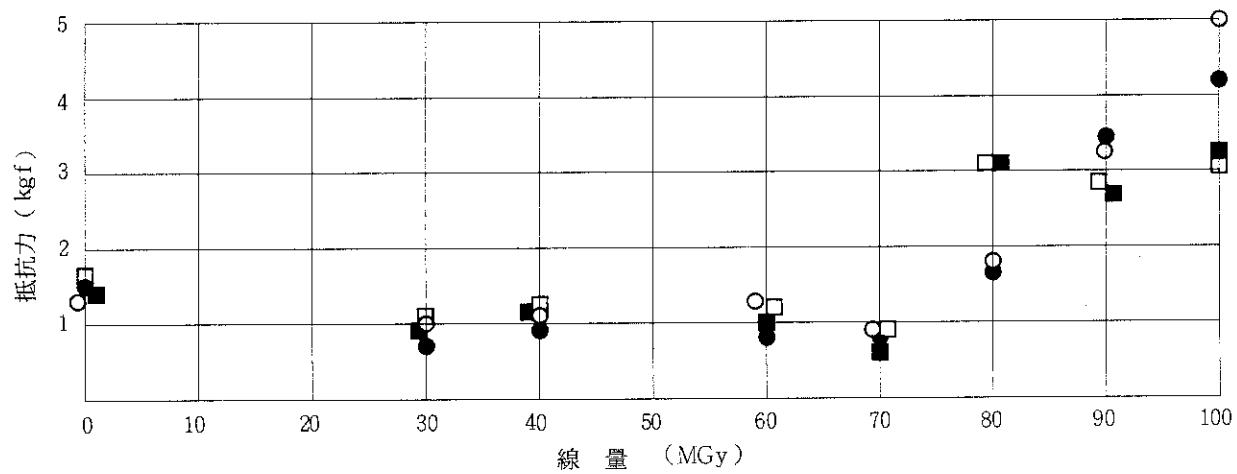


図 8 走行速度による線量と抵抗力（平均値）の関係

走行速度 (a) : 0.1 mm/sec, (b) : 2.0 mm/sec

供試体 001 A : ○圧縮, ●引張

001 B : □圧縮, ■引張

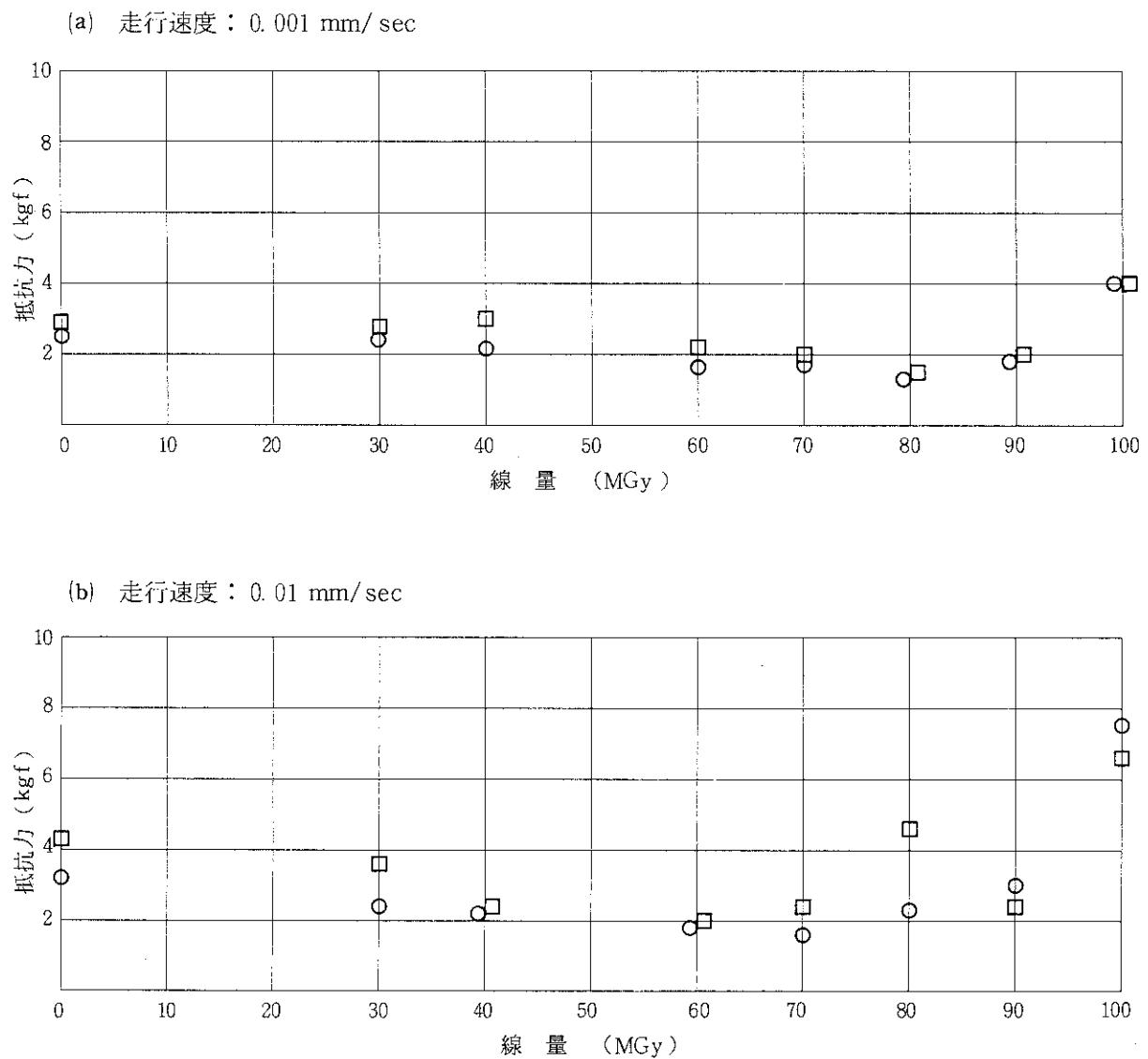


図9 走行速度による線量と抵抗力（最大値）の関係
走行速度 (a) : 0.001 mm/sec, (b) : 0.01 mm/sec
供試体 010 A : ○圧縮, □引張

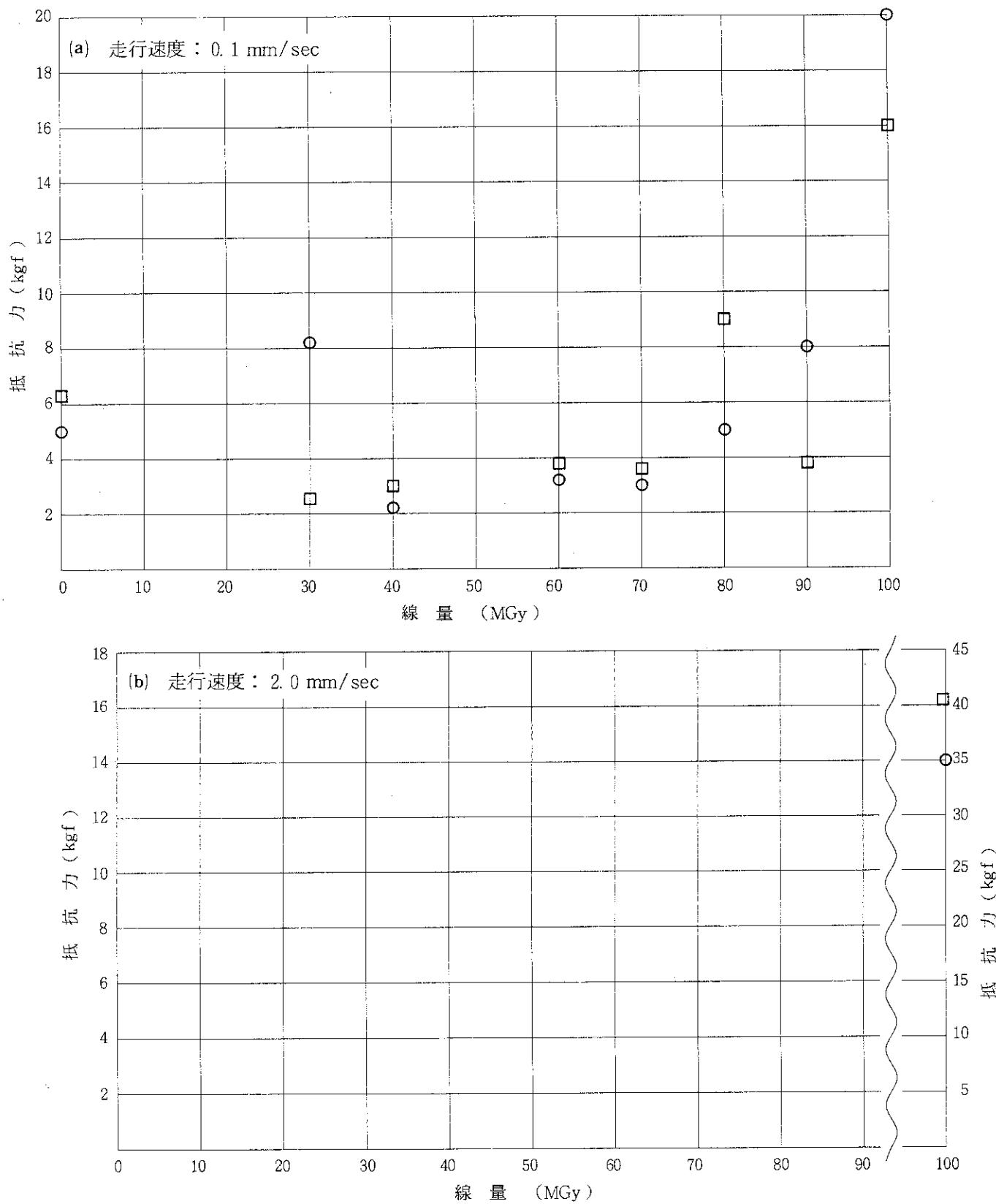


図 10 走行速度による線量と抵抗力（最大値）の関係

走行速度 : (a) 0.1 mm/sec, (b) 2.0 mm/sec

供試体 010 A : ○圧縮, □引張

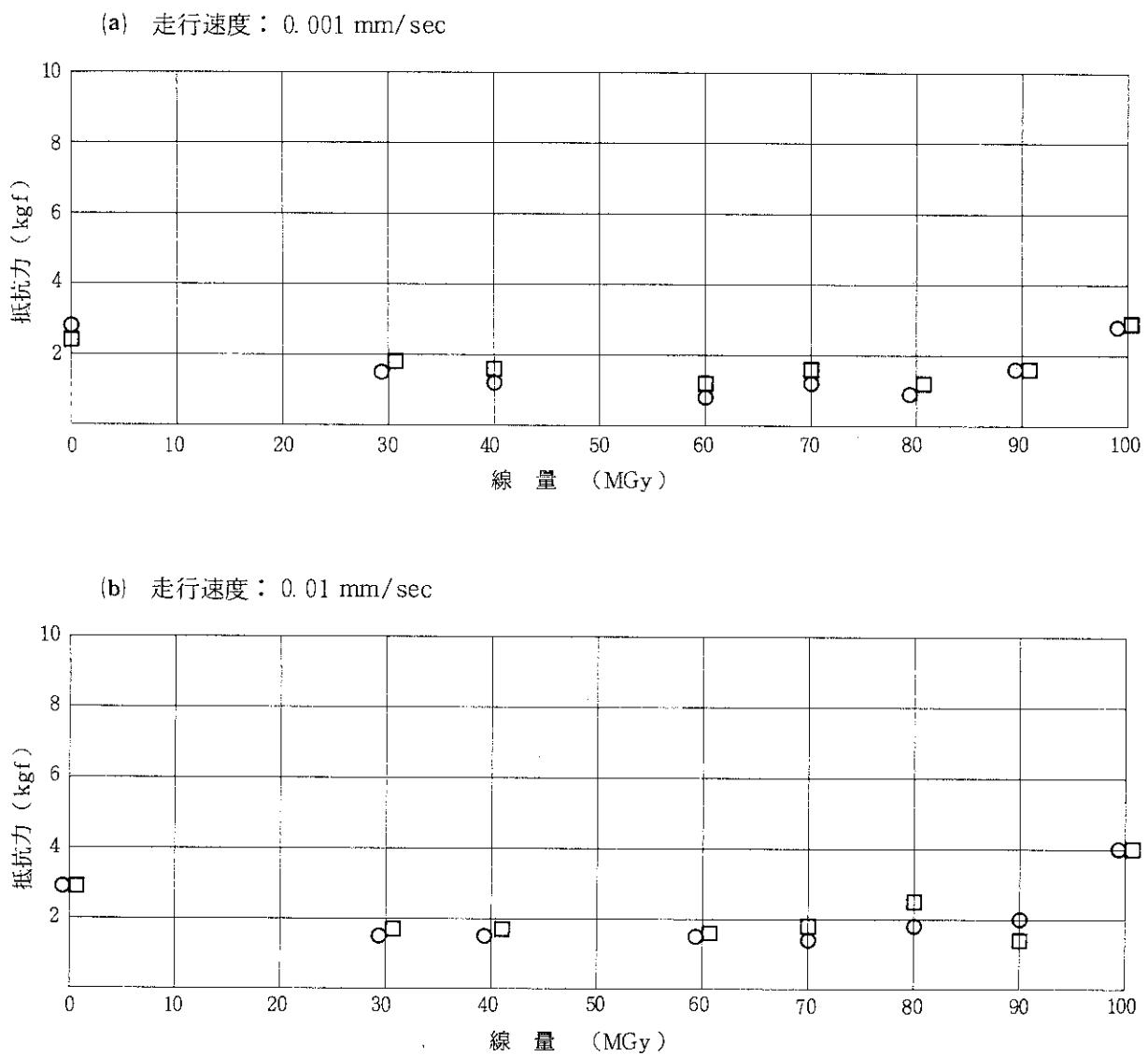


図 11 走行速度による線量と抵抗力（平均値）の関係

走行速度 : (a) 0.001 mm/sec, (b) 0.01 mm/sec

供試体 : 010 A : ○圧縮, □引張

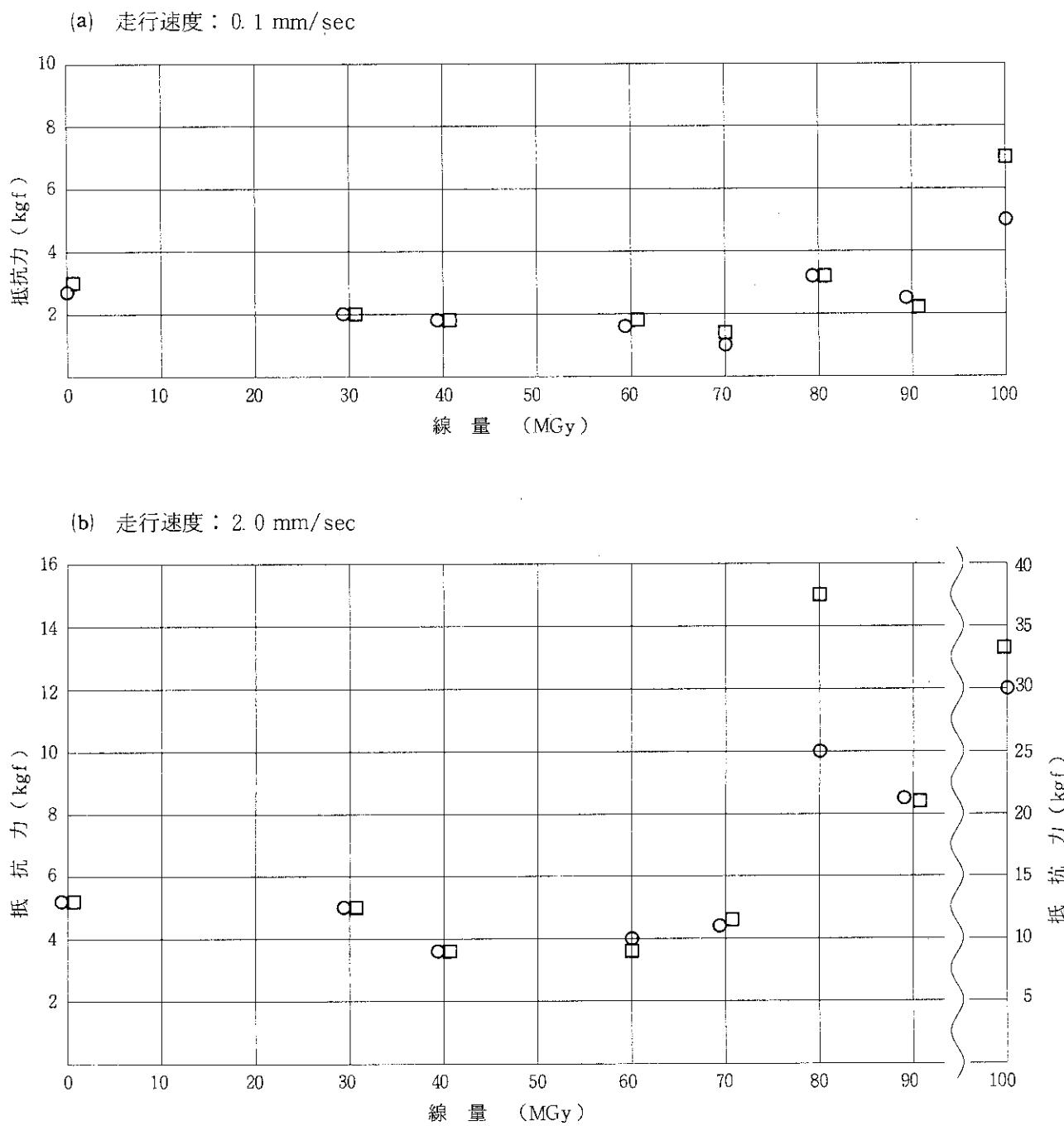


図 12 走行速度による線量と抵抗力（平均値）の関係
走行速度:(a) 0.1 mm/sec, (b) 2.0 mm/sec
供試体 010 A : ○圧縮, □引張

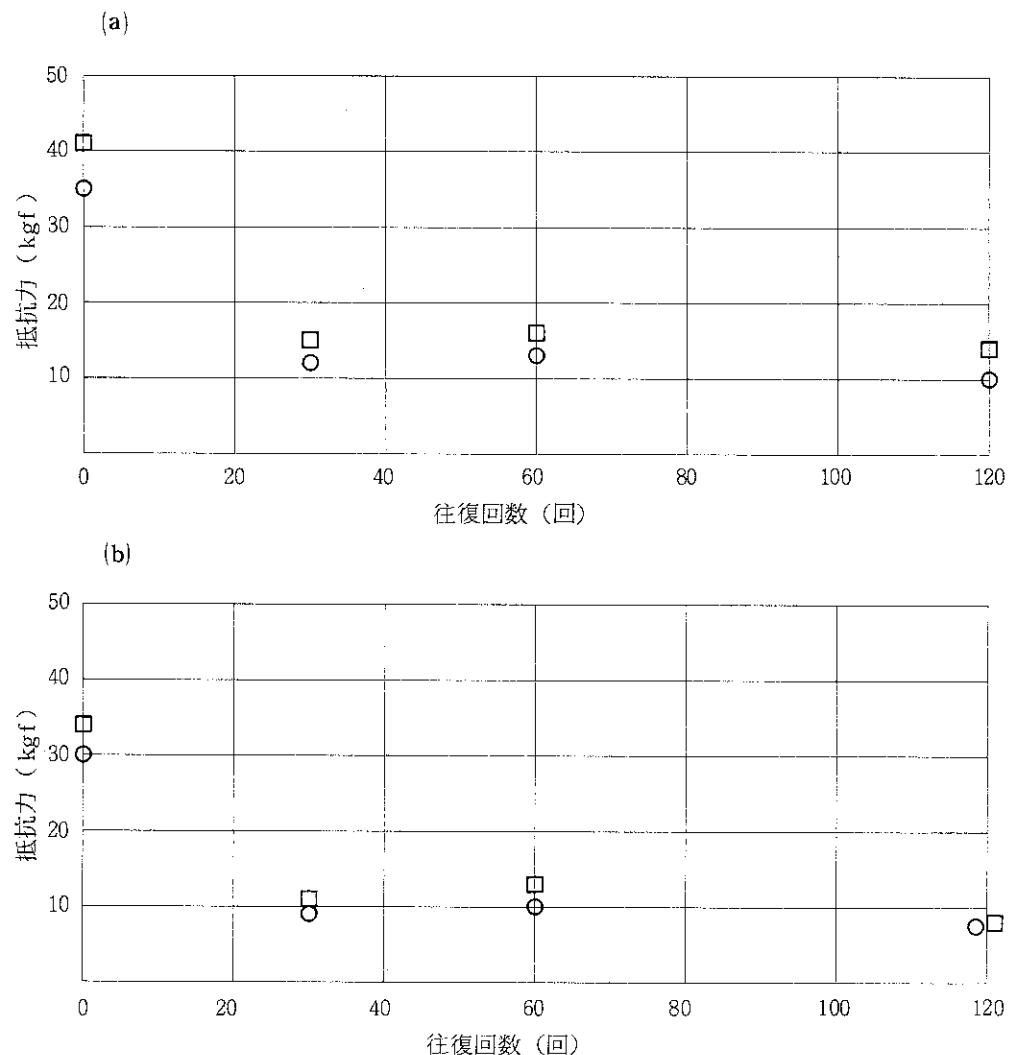


図 13 100 MGy 照射グリースの往復回数による抵抗力の変化
(定格荷重 1.0 ton, 走行速度 2.0 mm/sec)

(a)：最大値, (b)：平均値

供試体 010 A : ○圧縮, □引張