

GR～A/GS連動動作時間試験に関する調査結果

1

2009年10月2日

富山 158 綾部道男

1 調査の目的

構内第一受電柱に設置する高圧地絡継電器(GR, DGR)および区分開閉器(AS, GS)について、定期に行う機能試験のうち連動時限特性試験は、一般的にGRの操作電源(P₁-P₂)を測定試験器の電源として使用し、被試験開閉器の開放動作タイミングに相当する当該電源停止を時間測定用カウンタの停止信号として、試験の目的である連動動作時間を測定している。

一方、かねてより、測定値と実際の動作時間との間に生じ得る“時間差”について、カウンタの停止条件、受変電設備の構成および負荷設備の運転状態による操作電源電圧の過渡特性などが要因として論じられてきた。

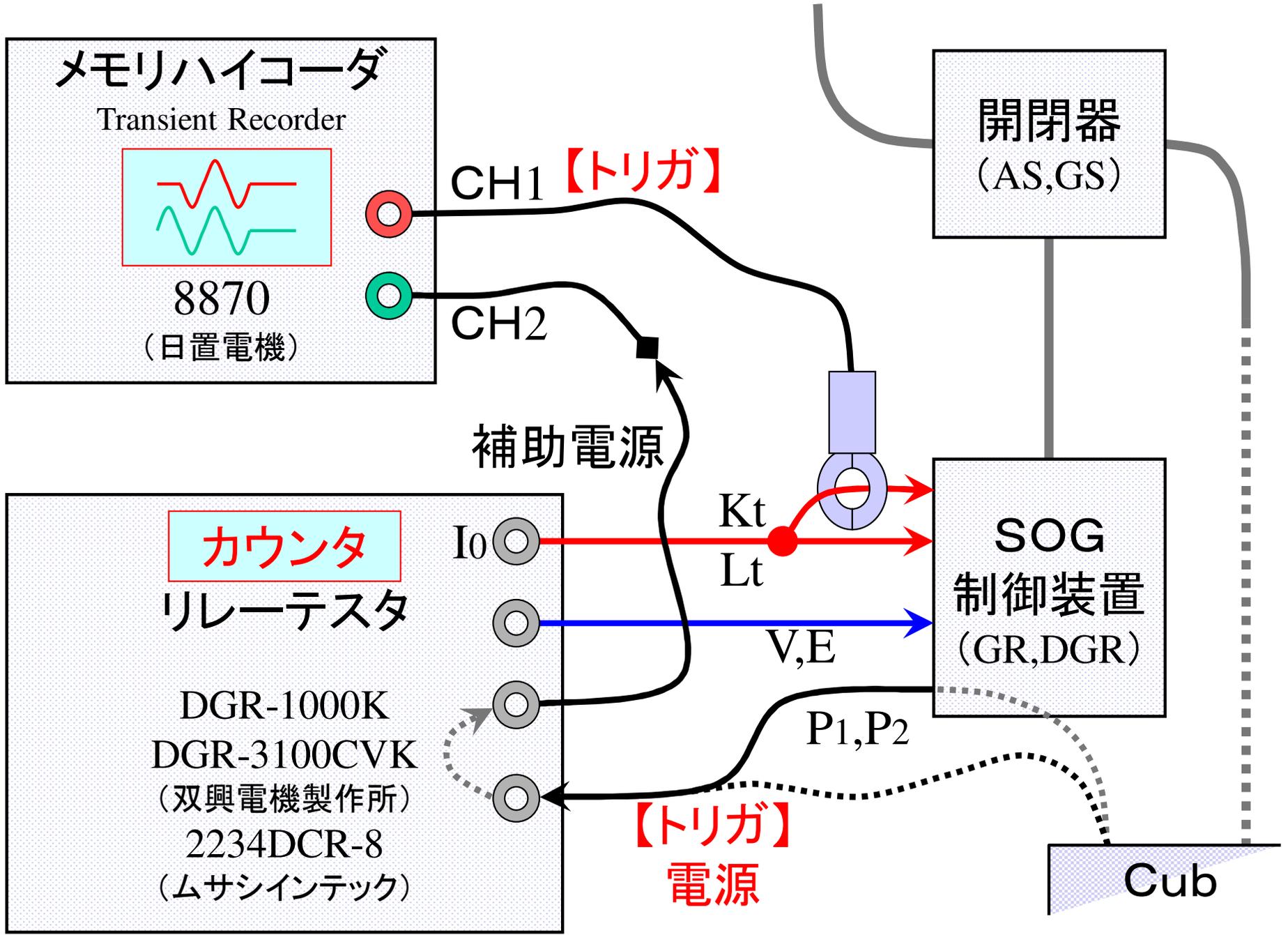
本調査は、この疑問に対して、測定試験器と被試験機器の動作状態を電流(I_o)および電圧(P₁-P₂)の波形観測分析をもって確認し、設備構成他諸試験条件との関連性程度、カウンタ測定値のみによる設備の良否判定の是非を考える端緒とすることを目的に行った。

2 調査方法

調査は図00「試験回路構成図」によることとし、波形観測記録にはメモリハイコーダ(日置電機 8870)を使用、I_o検出にはクランプテスタ(日置電機 3283)を使用した。

波形の観測は、I_o検出(>250mA)をトリガとし、トリガ前(30%)後を合わせて2.5秒間分(50mS×50div)を記録保存、本報告には740mS分のトリミング図を掲載した。

図00 試験回路構成図



3 調査期間等

平成20年11月 から平成21年10月上旬までに携わった定期点検、竣工検査等において実施した当該試験から、延べ28件の事例を調査対象とした。

4 調査結果

図10～13は、本調査で得た波形データのうち、代表例として抜粋したものである。図20～27のグラフは、特徴的傾向・相関性を探るために作成した。タイムラグの語意は、カウンタ測定値と波形観測から得た動作時間との差分を指す。

① カウンタのタイムラグ 【図20】

タイムラグは、最小4ms、最大213ms(図11に示す事例No.15)であり、事例の約90%が100ms以下であった。

② 受電線路長との関連性 【図21】

受電ケーブルの長短による差異は認め難いが、最大のタイムラグは最長のケーブルで生じた。

③ 高圧負荷設備容量との関連性 【図22】

試験時に接続している高圧変圧器群容量による差異は認め難い。

④ 高圧進相コンデンサ容量との関連性 【図23】

容量“0”(全SC開放)の場合、全5例のうち4例が9ms以下であった。

- ⑤ 高圧受電電流との関連性【図24】
高圧受電電流の大小による傾向的特徴は見られるが、明確な差異は認め難い。
- ⑥ SOG制御装置の電源形態との関連性【図25】
操作電源が電灯用変圧器か、計器・制御用VTかによる差異は認め難い。
- ⑦ 操作電源供給単相変圧器容量との関連性【図26】
前項同様、容量の大小による差異は認め難い。
- ⑧ 単体動作試験値との差分÷開閉器動作時間【図27】
全てが15～40msの範囲にあり。事例の70%が20～35msであった。
- ⑨ 区分開閉器開放時のサージ電圧
2例において、半波のピーク値で10V強(約8%)の電圧上昇が認められた。
図13に、その1例である事例No.21を示す。
- ⑩ 測定試験器の特性
大部分を自身が所有する試験器「DGR-1000K」で実施したが、図10の事例No.2は「DGR-3100K」を、図12の事例No.16は「2234DCR-8」を使用した。
少数の比較だが、試験器の機種が測定精度におよぼす影響は認められない。
試験器のI₀電源性能を比較したとき、区分開閉器動作後の電源電圧変動に対するI₀出力波形は、「DGR-1000K」で不規則な乱れが生じており、「DGR-3100K」及び「2234DCR-8」が電源回路の安定性において優れていると言える。

図10 試験データ №2 (2008.12.20) ※ Io電源安定・タイムラグ小

被試験設備

S O G 制御装置	LTR-P-D(方向性)	戸上電機製作所
気中開閉器	KLT-PS-PD2N11	戸上電機製作所
高圧受電ケーブル	6600V CVT 150mm ² × 80m	

設備&運転条件

6600V R, S, T
0, 0, 0A

HVL 全開放

測定観測データ

DGR-3100CVK
電源:6600/110専VT

カウンタ測定値

179 mS

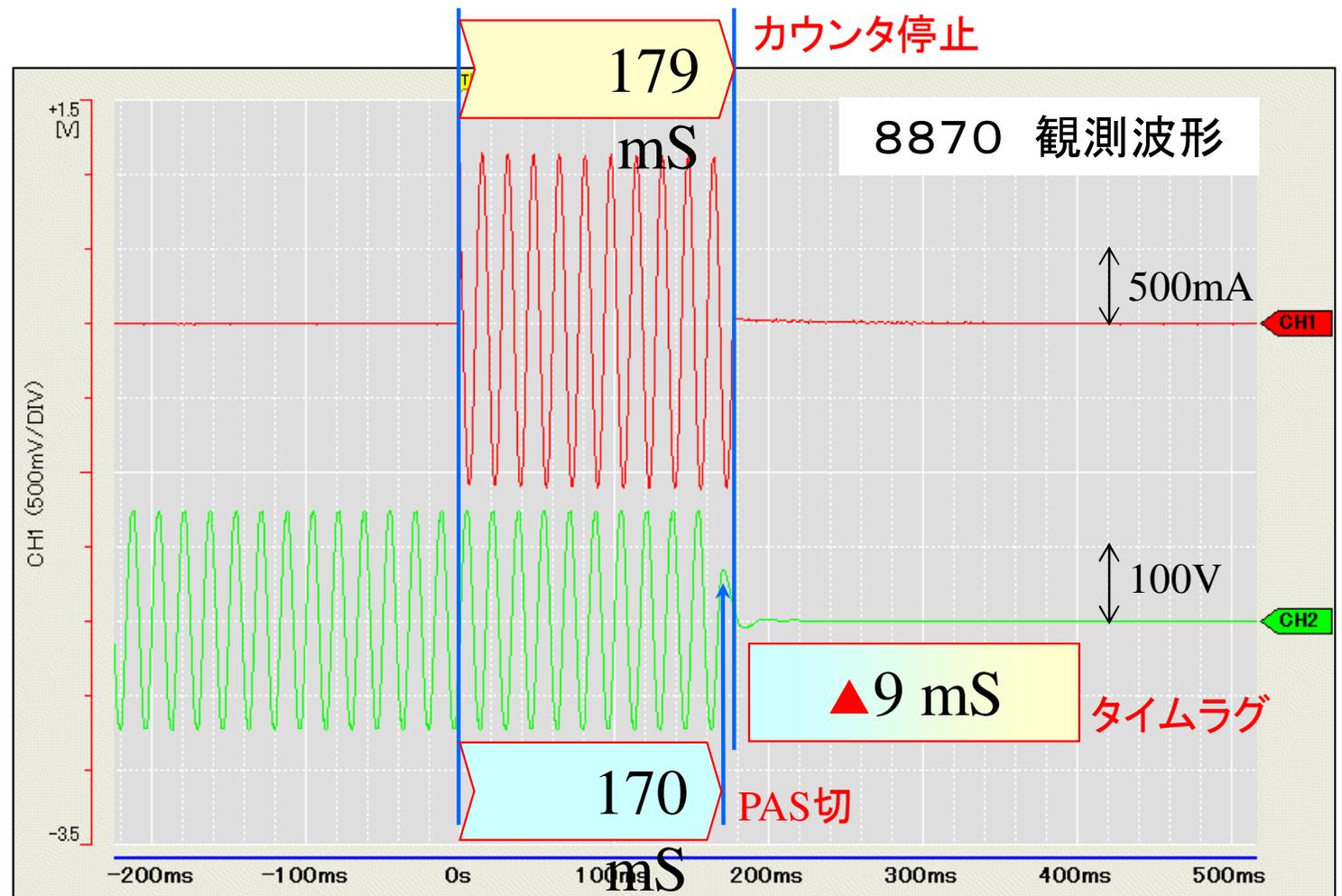


図11 試験データ №15 (2009.7.11) ※ タイムラグ最大

被試験設備

S O G 制御装置	DGCL-R3-J(方向性) エナジーサポート
気中開閉器	CLD-217-Se-D エナジーサポート
高圧受電ケーブル	6600V CVT 60mm ² × 190m

設備&運転条件

6600V R, S, T
3, 3, 2A

HVL 810kVA
SC 75kVar
SR 無

測定観測データ

DGR-1000K
電源: 1φ 150kVA-Tr

カウンタ測定値

416 mS

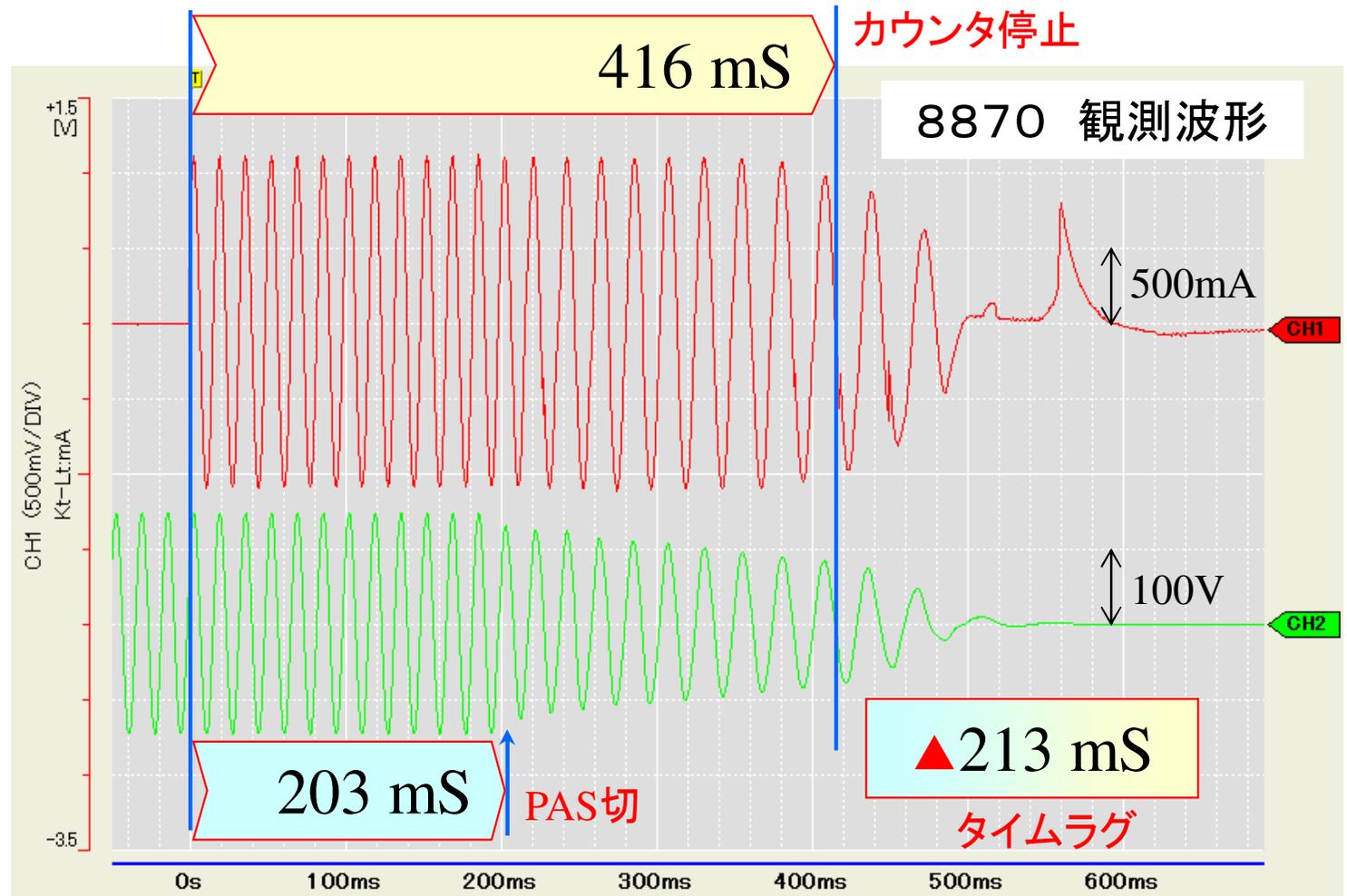


図12 試験データ №16 (2009.8.13) ※Io電源安定

被試験設備

S O G 制御装置	DGCL-R3-J(方向性) エナジーサポート
高圧受電ケーブル	6600V OC 80mm ² × 90m
	6600V CVT 100mm ² × 20m

設備&運転条件

6600V R, S, T
65, 65, 65A

HVL 3850kVA
SC 100, 600kVar
SR 無, 6%

測定観測データ

2234 DCR-8
電源: 6600/110共VT

カウンタ測定値

277 mS

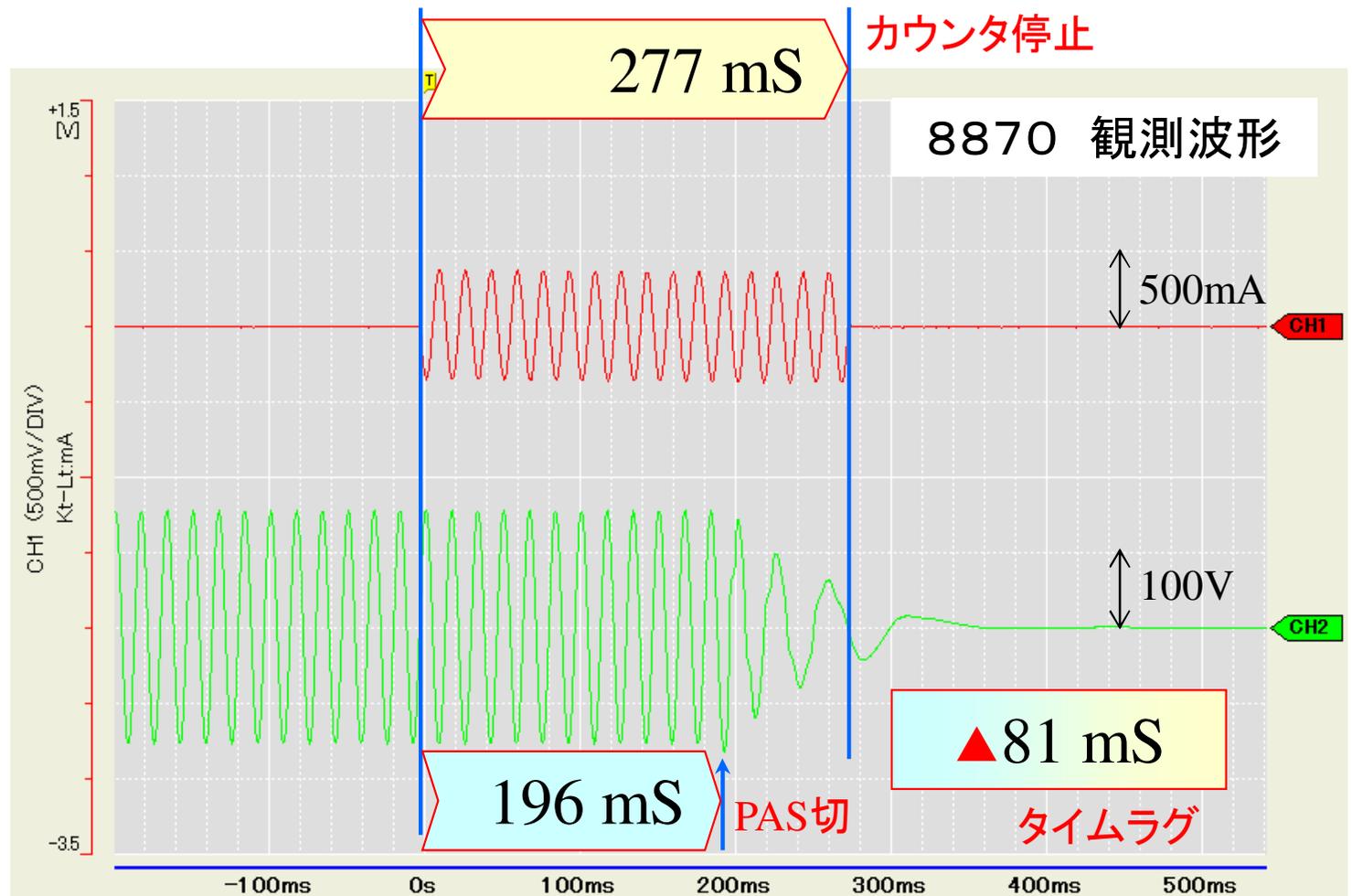


図13 試験データ №21 (2009.9.8) ※ 電圧上昇例

被試験設備

S O G 制御装置	GCL-RFR1(無方向性) エナジーサポート
気中開閉器	CLS-202-Se-D エナジーサポート
高圧受電ケーブル	6600V CVT22mm ² × 15m

設備&運転条件

6600V R, S, T
1.2, 1.2, 1.2A

HVL 100kVA
SC 24kVar
SR 無

測定観測データ

DGR-1000K
電源: 1φ 50kVA-Tr

カウンタ測定値

229 mS

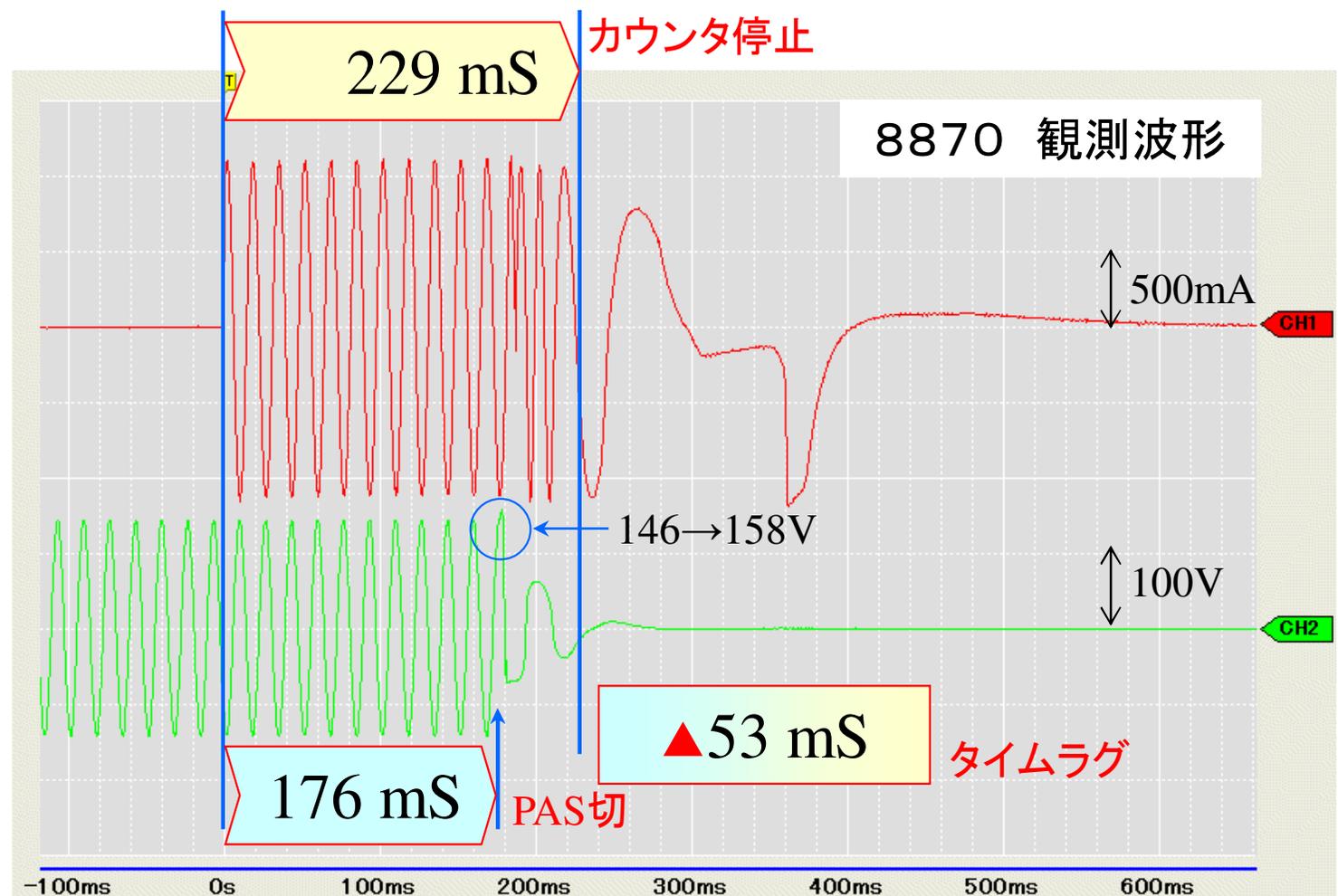


図20 測定動作時間長 対 タイムラグ長

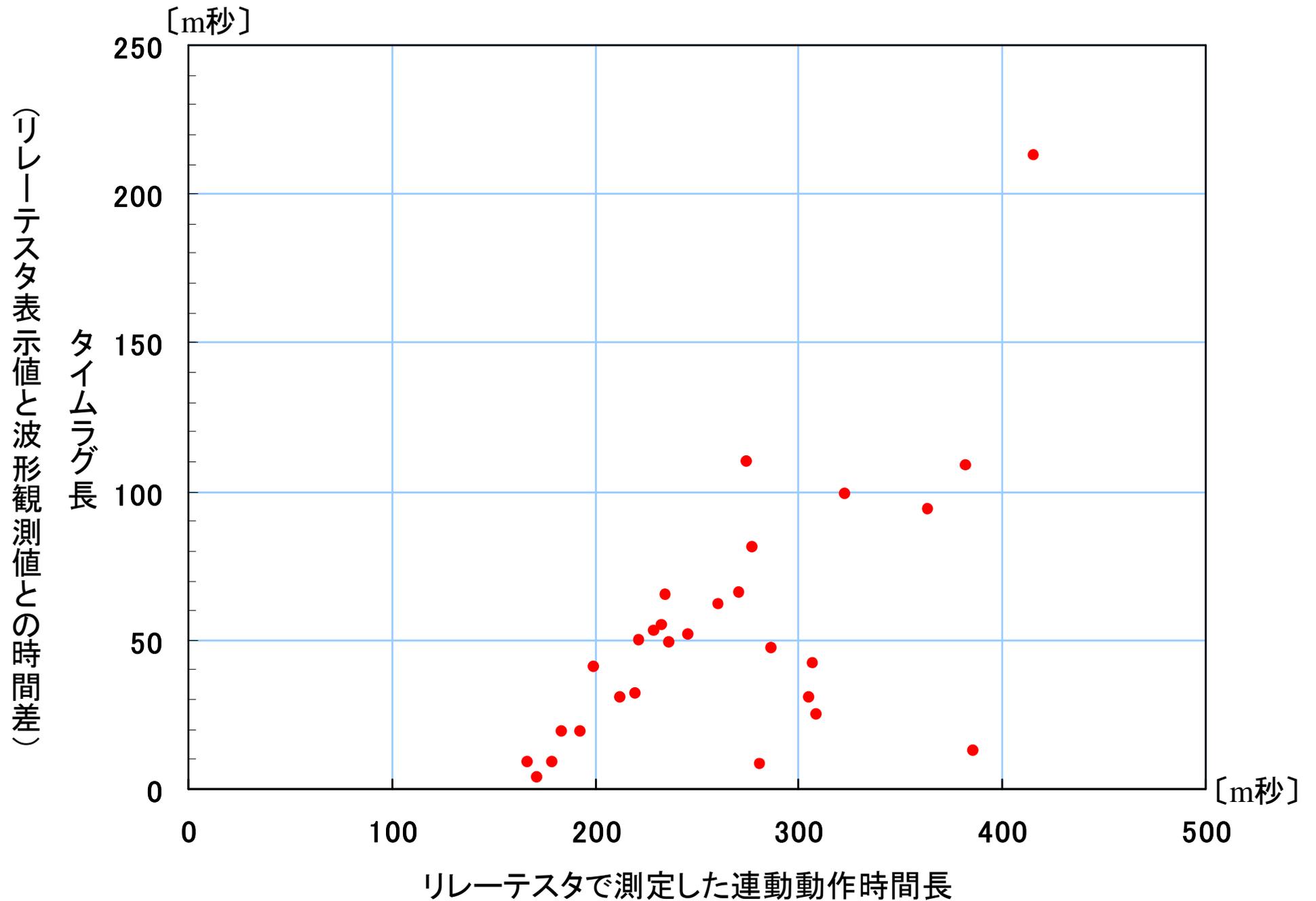


図21 受電線路長 対 タイムラグ長

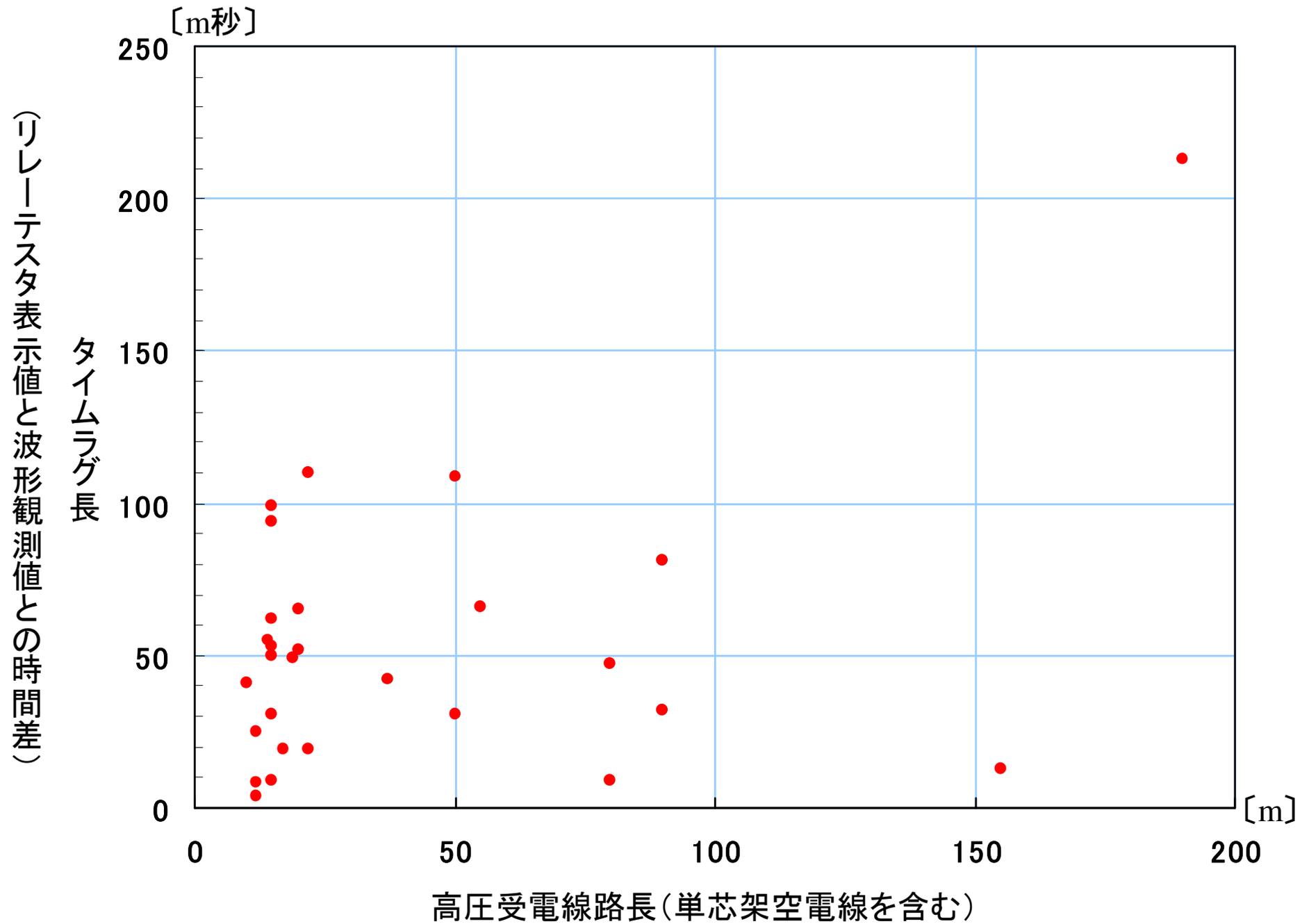


図22 高圧負荷設備容量 対 タイムラグ長

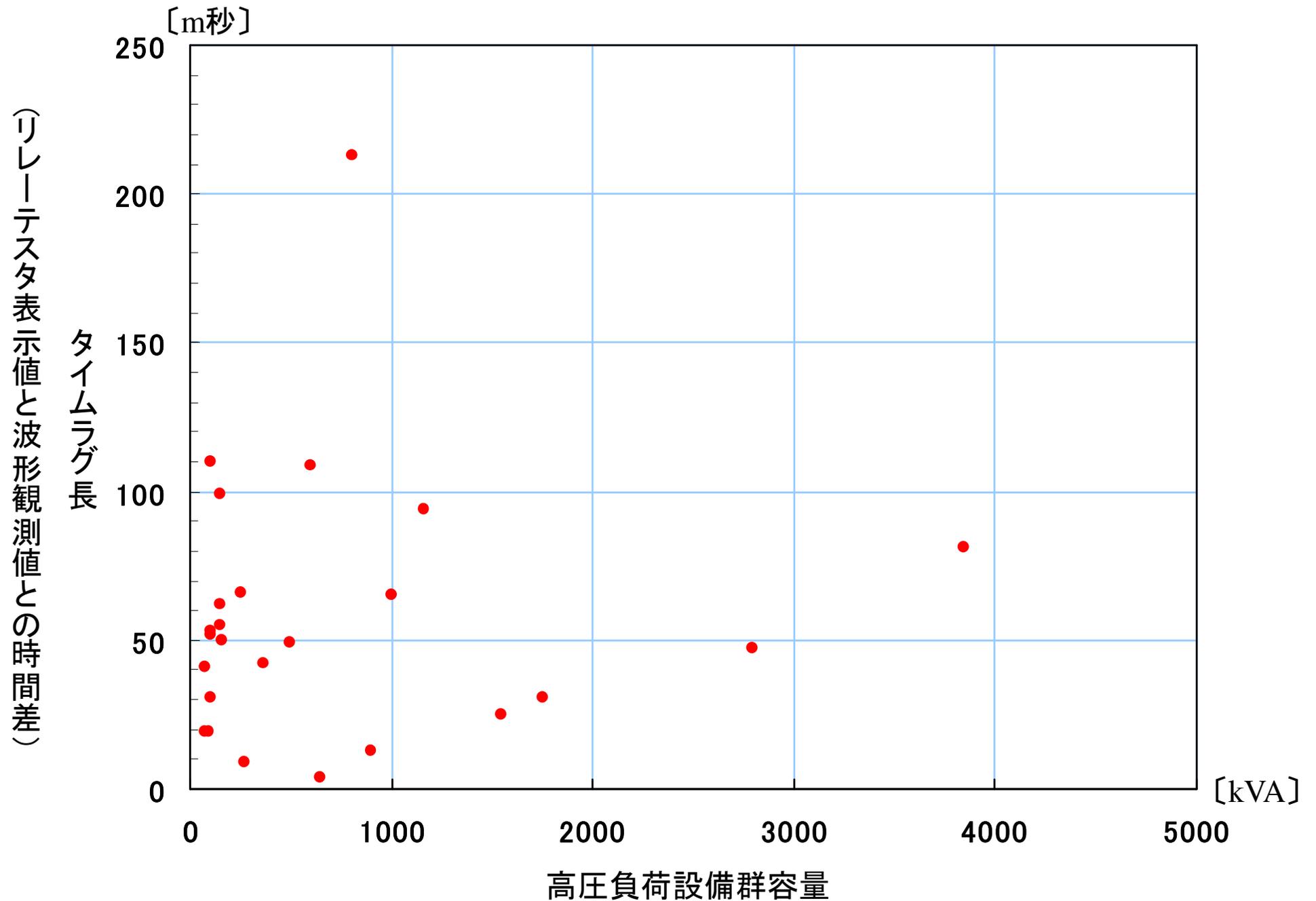


図23 高圧進相コンデンサ容量 対 タイムラグ長

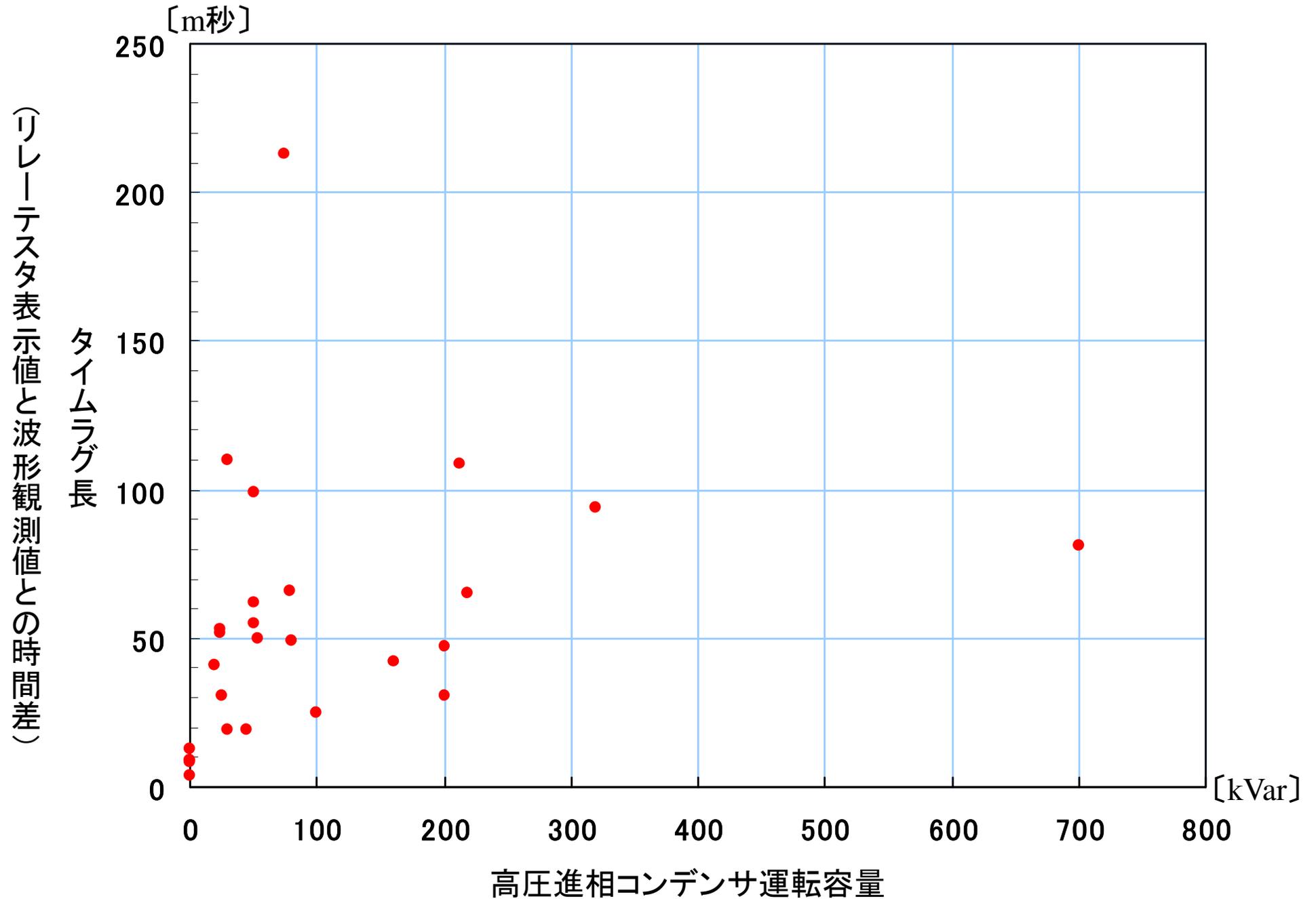


図 24 高圧受電電流 対 タイムラグ長

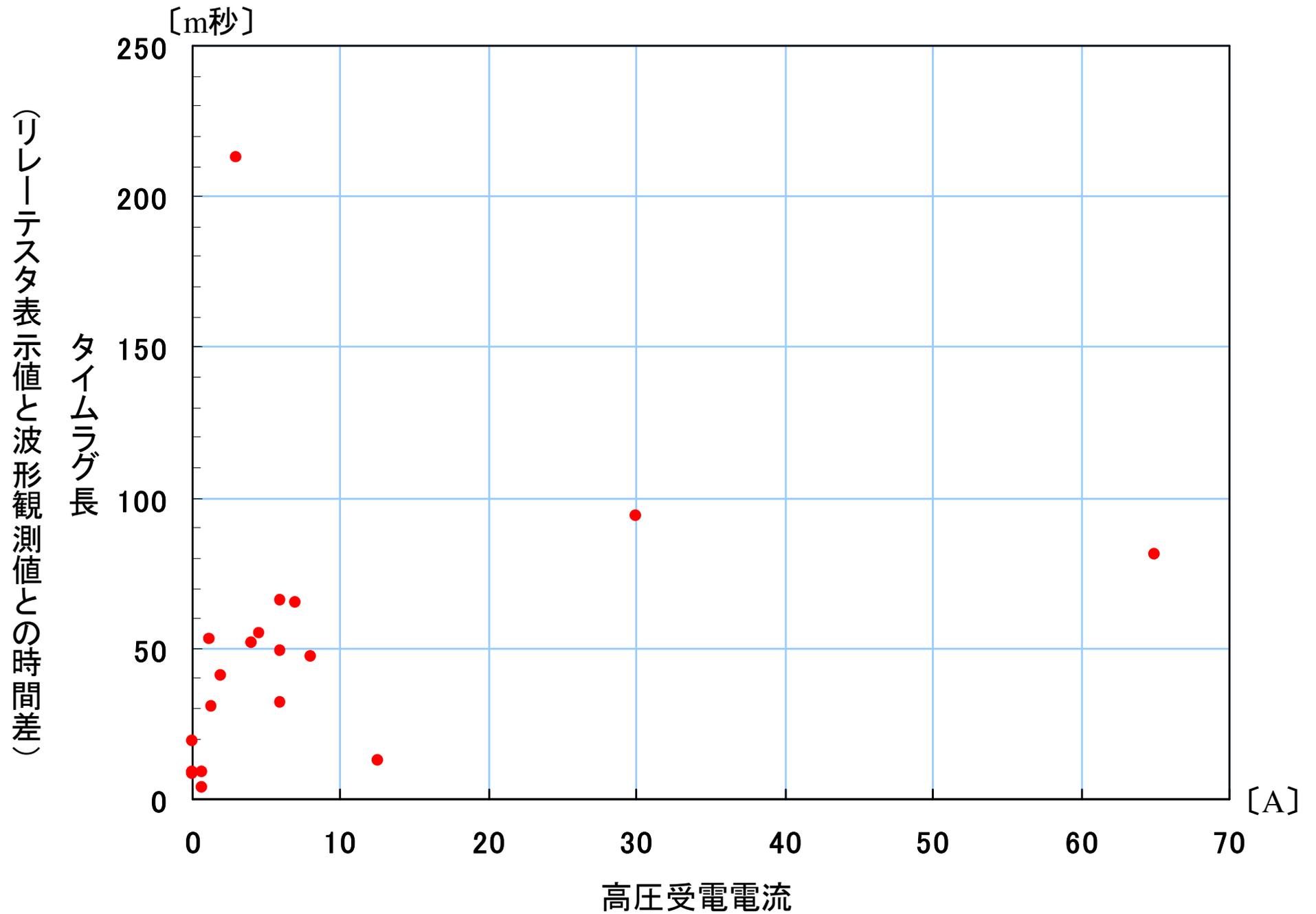


図 25 操作電源方式 対 タイムラグ長

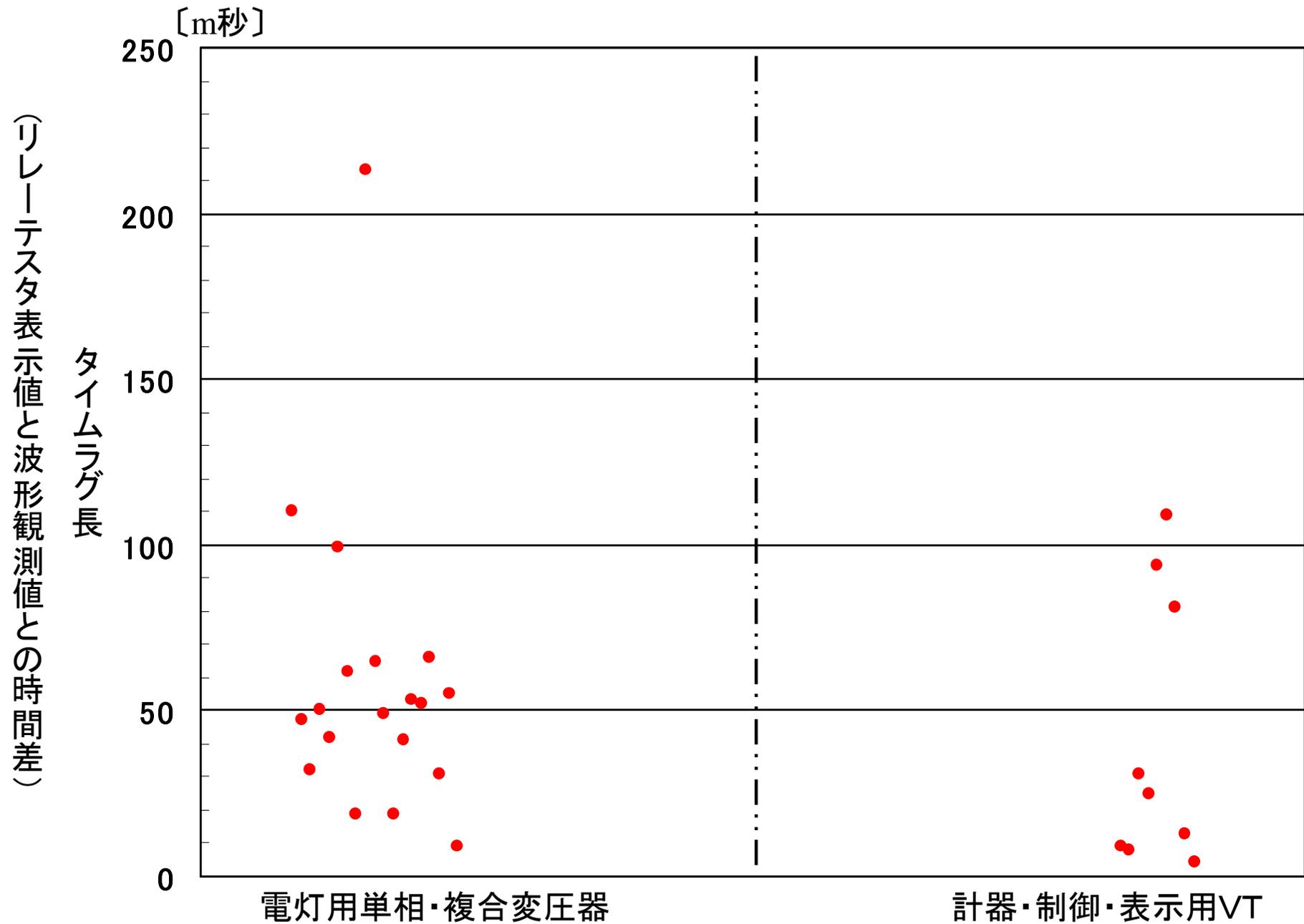


図 26 操作電源用変圧器容量 対 タイムラグ長

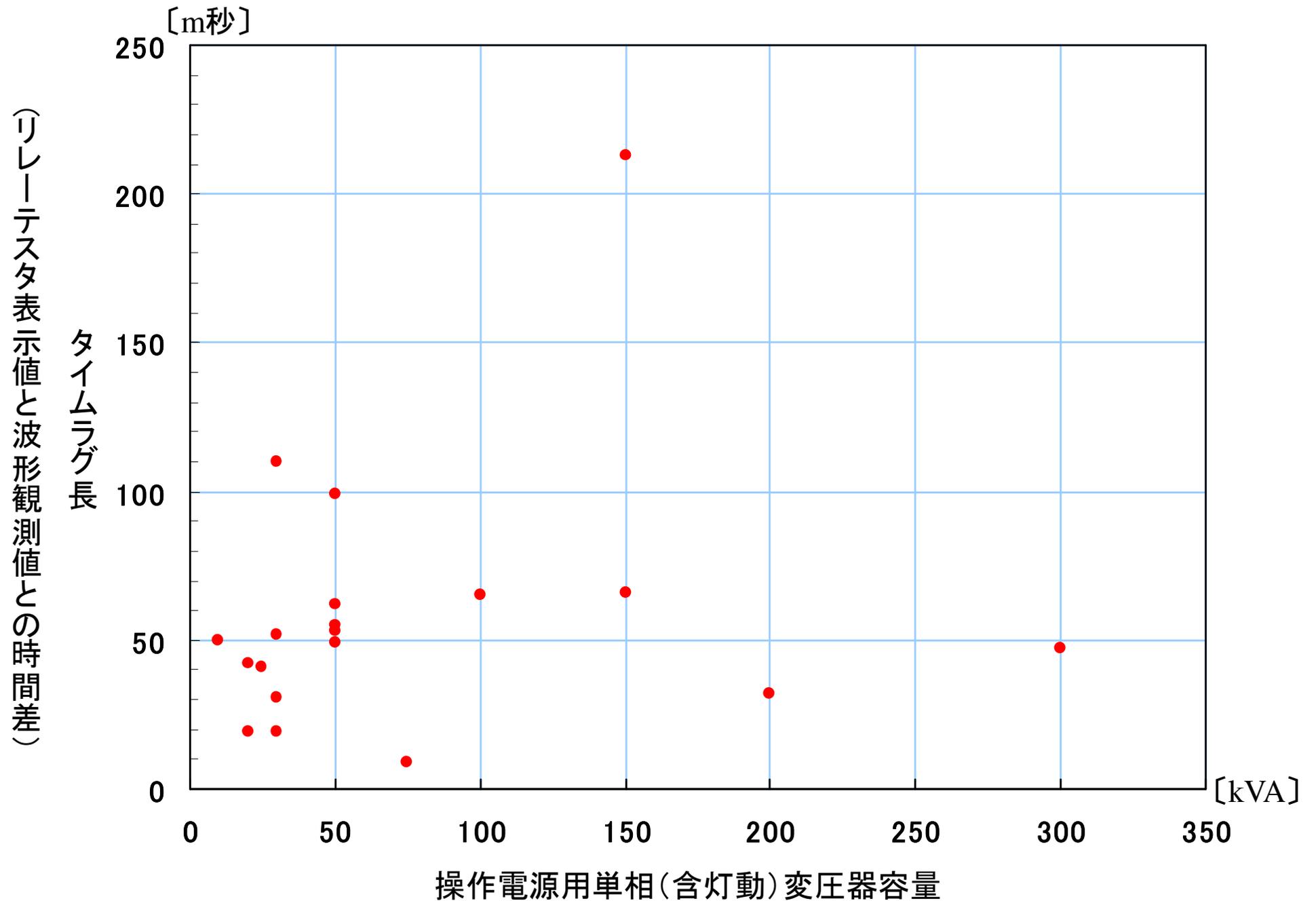
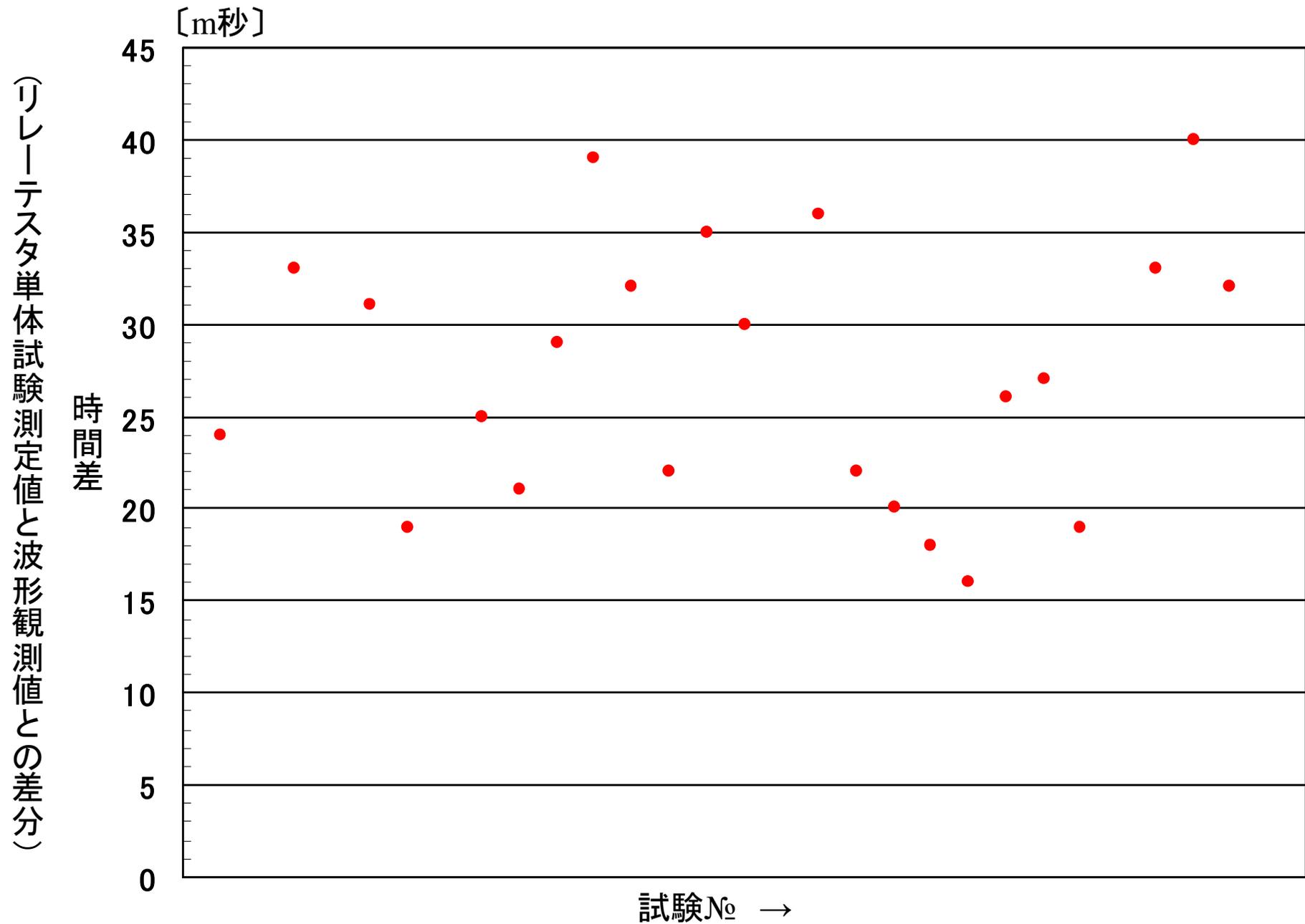


図27 単体試験値と波形観測値との動作時間差



5 考察

- ① 130%と400%の試験電流が混在しているため、図20からカウンタ測定値とタイムラグとの相関性は明確に捉えられないが、タイムラグの大きさが測定値に直線的な影響を与えている傾向は認められる。
- ② 図23から、高圧進相コンデンサを全て開放して試験を行った5例全てのタイムラグが13ms以下に収まっている一方、それ以外は全て19ms以上であることから、高圧進相コンデンサの事前開放はタイムラグの抑制に有効な方法と思われる。
- ③ 図27によれば、全事例において保護リレーの動作から開閉器開放までの時間が16～40msの一定範囲内に収まっており、かつ、10ms単位に区切った範囲（15～25ms、20～30ms. . .）で比較したとき、ほぼ均等に分布している。このことから、連動動作機能が正常に動作している限りにおいて、単体試験結果をもって適切に連動動作時間を推定すれば、連動試験による測定値よりも上回るデータ精度を得ることが出来そうである。
- ④ その他の相関性を探った図21、22、24、25、26は、それぞれ単独の要素では、タイムラグの発生、拡大に影響しないことを示している。

6 まとめ

本調査の前提条件とした、SOG制御装置の操作電源断をカウンタ停止トリガーとする連動動作時間試験方法により得た測定値は、本調査の範囲で最大の200ms超の1事例を特異値として(無視は出来ないが)除くとしても、不可避のタイムラグによる数10msから100ms程度の過大誤差を含むことから、「参考値」として扱うことが望ましい。

調査結果⑧から、当該試験実施時の良否判定にあたっては、試験電流・電圧印加と開閉器開放動作音とのタイミングに特別な違和感がない限りにおいて、保護継電器単体の動作時間試験値を重視し、単体試験値に50msを加算した値が管理基準値を満足すれば“正常”と判断して差し支えないであろう。

確証を要する場合は、本調査に準じた方法で試験を行われたい。

目的外事項だが、高圧負荷開閉器開放時に、低圧負荷設備に悪影響を及ぼす恐れのあるサージ電圧は発生しないことが確認できた。

これは、VCBやOCB等の遮断開放においても同様と考えるべきであろう。

おわりに

本調査は、はじめに述べたとおり、事実としての現象面の確認に絞っている。理論値との比較による検証は、その方面に造詣が深い諸兄に委ねたい。