

第5章

送変配電設備の現状と問題点 ならびにリハビリ案

第5章 送変配電設備の現状と問題点ならびに

リハビリ案

5.1 Dar es Salaam の現状と問題点、リハビリ案

5.1.1 送電設備

既設および計画中の送電設備について TANESCO 技術者と共に設備の現状、問題点、運用状況及び維持管理状況等について調査を行った。各地域の特徴を以下に記す。

(1) 既設送電線

(a) 132kV 送電線

現状の設備状況は概ね良好であった。ただし、鉄塔塔脚の腐食防止のため、コンクリート防護の代わりに、地際の部材にコーラル塗布されているものが見うけられたが、経年劣化により保護効果が低下していると考えられるので、定期的な点検、補修が必要であると思われる。なお、この地域は、すべて自立型鉄塔が採用されている。

Table 5.1.1 132kV 送電線の概要(Dar es Salaam)

線路名	亘長 (km)	回線数	鉄塔型	碍子仕様 (個/相)	電線仕様 (mm ²)	地線仕様 (mm ²)
Ubungo-FZ III	9.3	1	垂直配列自立型	11	ACSR 240	ACS 55
Ubungo-Ilala #1	7.5	1	水平配列自立型	10	ACSR 150	Steel 50
Ubungo-Ilala #2	7.5	1	垂直配列自立型	11	ACSR 240	ACS 55
Ubungo-Tegeta	19.5	1	水平配列自立型	10	ACSR 150	Steel 50
Tegeta-CTS1	3.5	1	水平配列自立型	10	ACSR 150	Steel 50

(b) 33kV 送電線

配電変電所に電力を供給している線路の構成に問題があり、変電所の機能を十分に活用できないケースも見受けられた。線路には老朽化の進んだ設備も多く早急な補修工事が必要である。なお、支持物は一般的に木柱が使用されており、一部で鋼管柱も採用されている。なお、碍子は3個/相となっている。以下に Dar es Salaam 地域の既設 33kV 送電線設備概要及び Region 毎の問題点を記す。

Table 5.1.2 33kV 送電線の概要(Dar es Salaam)

線路名	亘長 (km)	回線数	電線仕様 (mm ²)	備考
Ubungo-wazo	18.2	1	ACSR 100	
Wazo-Tegeta #1	2.1	1	ACSR 100	
Wazo-Tegeta #2	1.6	1	ACSR 100	
Tegeta-Mbezi	8.4	1	ACSR 100	
Mbezi-Ubungo	8.8	1	ACSR 100	
Ubungo-Mikocheni	8.3	2	ACSR 100	1cct 2conductor
Mikocheni-Oysterbay	5.3	2	ACSR 100	1cct 2conductor
Oysterbay-Msasani	5.3	1	ACSR 100	
Oysterbay-Ilala	6.3	2	ACSR 150	1cct 2conductor
Ubungo-Ilala #1	7.5	1	ACSR 150	
Ubungo-Ilala #2	7.5	1	ACSR 150	
Ubungo-Tandale branch	1	1	ACSR 100	
Tandale branch-Friendship	0.5	1	ACSR 100	
Tandale branch-Tandale	6	2	ACSR 100	
Ubungo-Friendship	1.5	1	ACSR 100	
Ilala-Kariacoo	1.3	1	ACSR 100	
Ilala-FZ I	5	2	ACSR 100	
Ilala-City Center #1	3.9	2	ACSR 150	1cct 2conductor
Ilala-City Center #2	2.8	1	ACSR 100	1cct 2conductor
City Center-Sokoine	3	1	ACSR 100	
Ilala-Kurasini	7.1	2	150/100/50	1cct 2conductor
Kurasini-Chang'ombe branch	2	1	ACSR 120	
Chang'ombe branch-FZ I	4.5	1	ACSR 120	
Chang'ombe branch-Chang'ombe	1	1	ACSR 50	
Kurasini-Kigamboni	4	1	ACSR 100	
Kigamboni-TIPER	0.9	1	ACSR 50	
Kurasini-Mbagala	9.2	1	ACSR 100	
Ubungo-TAZARA	7.8	1	ACSR 100	
Ubungo-TAZARA branch	7.5	1	ACSR 100	
TAZARA branch-ALAF	9.2	1	ACSR 100	
TAZARA branch-TAZARA	0.1	1	ACSR 100	
Ubungo-FZ III	7	2	ACSR 120	1cct 2conductor
FZ III-FZ II	10	1	ACSR 100	
FZ III-FZ I	5.9	1	ACSR 100	

(i) Kinondoni North Region

- Ubungo - Wazo は Ubungo 側 OCB のトラブルにより、Ubungo 側で開路されている。本線路には、柱上変圧器が数台接続されているため、Wazo 側より給電を行っている。また、支持物(木柱)の腐食が激しく、交換を要するものが多数あるが、ブッシュ等により車輛でのアクセスが不可能の箇所が多く、保守が困難である。本線路はハイパス線路の役割があるため、将来的にも廃止できないとのこと。
- Ubungo - Mikocheni は Ubungo 側の 185mm²引出しケーブルが故障し、仮設ケーブ

ル(120mm²又は90mm²)を使用しているため、送電容量が制限されている。

- Ubungo - Mbezi S/S は現在使用していない。
- 現在、Oysterbay、Msasani へは Ilala より、Mikocheni へは Ubungo より、Mbezi へは Tegeta より給電を行っている。供給信頼度を向上させるため、Tegeta より Mikocheni、Msasani へ給電できるようにするためには、Tegeta - Mbezi の送電線が細い(ACSR 100mm²×2 条)ので、Mbezi、Mikocheni、Msasani でタフ切替を行わなければならない状況である。

(ii) Kinondoni South Region

- 当地区の配電変電所に 33kV 線路で電力を供給している Ubungo のリハビリ工事が開始されたので、今後は 33kV 連系線と配電線路の改修・拡充工事を優先して行うことになると思われる。
- 33kV 連系線の建設では線路ルートの確保が難しいので、Ubungo - Ilala 連系線のように古くからの設備を活用して、支持物の取替えや電線の張替え等により大容量化を図っていくことで、住宅密集地における線路用地確保の困難さの問題を回避すべきであろう。

(iii) Ilala Region

- FZ III - FZ I は、導体の接続不良等で送電損失が大きい。将来は複導体化したいとのこと。また、本線路の FZ I 付近は小住宅が密集し、車輦でのアクセスが不可能で、保守作業が困難なため、Nyerere road 沿いにルートを一部変更したいとのこと。
- Ilala - FZ I のルート上に谷越えや小住宅密集地域があり、保守作業が困難な状況にある。
- Ubungo - FZ III では接近木の問題が多い。
- FZ III - FZ I - Chang'ombe までを複導体化(ACSR100mm²×2 条)したいとのこと。

(iv) Temeke Region

- Chang'ombe は通常 Ilala から FZ I 経由で受電しているが、供給力に余裕が大きい FZ III からの受電に切り替えると電圧低下を生じてしまう。この不具合は FZ III - FZ I の 33kV 連系線に問題があることが原因となっている。
- 昨年、日本の援助により完成した FZ III には 132kV が導入されていて、33kV ツィーガーは十分な供給能力を持っていることから、FZ III、FZ I、Chang'ombe、Kigamboni、Mbagala の各変電所を連系する 33kV 線を整備・強化して容量増を計画すべき時期である。(ACSR240 mm²の導入も検討)

(2) 計画送電線

(a) 132kV 送電線

(i) Ubungo - New Oysterbay(2 回線設計・当初 1 回線架線、新設、導体 ACSR 240mm²、亘長 8.5km)

Mikocheni 地区は今後、アメリカ大使館、ホテル及びショッピングセンターが新設される予定で、電力需要の増加が見込まれるため、Mikocheni 地区に変電所と Ubungo からの 132kV 送電線を新設する計画がある。このため Ubungo - New Oysterbay までの計画ルート(TANESCO 案)を踏査し、TANESCO との打合せを開催して、問題点について当方よりコメントを行った。踏査及び打合せ概要は以下の通り。

(i)-1 踏査概要

- Ubungo から北側の駐車場に No.1 号鉄塔を建設し、幹線道路(Morogoro road)側に送電線を引き出す予定。
- No.1~2 号鉄塔で Morogoro road(主要幹線道路)を横断。ここは、別の幹線道路(Sam Nujoma road)との交差点に隣接するため、車両や歩行者の往来が多い。
- No.2 号鉄塔建設予定地は小住宅密集地の中にある。
- 測量点(以下 P とする)P46~P45 で Sam Nujoma road(幹線道路)を東側へ横断。その後 P41 までは Sam Nujoma road 東側に沿って進む。Sam Nujoma road 西側には 132kV 送電線計画ルートに並行して既設 33kV、11kV 送電線がある。
- P45A~P41A までは Tanzania Telecommunications Company 所有地、セメント工場、多数の住宅地を通過する。
- P41A~P33 で Sam Nujoma road を西側に横断。
- P33 付近~P17 付近までは軍の管理地のため、踏査に軍担当者が同行した。
- P32~P27 で Bagamoyo road(主要幹線道路)を横断。
- P22 付近は高級住宅地を通過する。
- P17~P14A で Old Bagamoyo road(幹線道路)を横断。
- P14A~P8A は住宅地を通過する。
- Kinondoni North regional office の前を通過し、New Oysterbay へ引き込む。

(i)-2 打合せ概要

TANESCO 送電線ルート案に対し、JICA 調査団より次の通りコメントを行い、当方が推奨するルートを示した(Fig.5.1.1 参照)。

- Ubungo 引出し口では既設通信アンテナを移設する必要がある。
- No.1 号鉄塔位置は変電所機器配置を考慮して再検討する必要がある。
- P45A~P41A の Sam Nujoma road 東側は工場や多くの住宅があり、用地確保が困難と予想されるため、Sam Nujoma road 西側の Dar es Salaam 大学

敷地内を通過するルートを再検討する必要がある(以前、TANESCO から大学側へ送電線建設について問い合わせたところ「建設不可」と回答を受けたそうだが、詳細は不明)。

- P41A から P32 へ直接進むルートに変更する(P33 を経由しない)。
- P22 は高級住宅地の中にあるため、東側を流れる川の近くに位置を変更する必要がある。
- P12～P8A は住宅地を通過するルートになっているため、海側の代替ルートを再検討する必要がある。
- P6A～New Oysterbay は Kinondoni North regional office 裏側を通過し、変電所に引き込むルートに変更する。
- 本送電線ルートは、最短距離で決めるのではなく、角度鉄塔を適切に配置し、用地や地形上、問題のある箇所を回避するなルートにする必要がある。
- 本送電線ルートについては、JICA 調査団のコメントも考慮し、TANESCO にてさらに検討を加え、建設工事の開始に向け準備することを、議事録にて確認した。

(ii) Factory Zone III - Yombo - Mbagala - Kurasini - Ilala(2 回線設計・当初 1 回線架線、新設、導体 ACSR 240mm²、亘長 44.5km)

Factory Zone III - Yombo - Mbagala - Kurasini - Ilala に 132kV 送電線を新設し、Ubungo - Yombo - Ilala とループを形成して供給信頼度を上げると共に、Dar es Salaam 南部の電力供給に貢献する。Yombo 地区に広大な変電所用地は確保されているものの、送電線の具体的なルートは未定。

(iii) Ubungo - Ilala(1 回線増架、導体 ACSR 240mm²、亘長 7.5km)

Ubungo - Ilala の既設送電線(2 回線設計・1 回線架線)の 2 号線側を増架し、供給信頼度を上げる。元来、2 回線設計の鉄塔を使用するため、増設するのは碍子、電線のみで、工事は容易に行うことができると考えられる。

(b) 33kV 送電線

Dar es Salaam 地域の 33kV 送電線拡張計画は 7.2.3 (1) (a) 参照のこと。

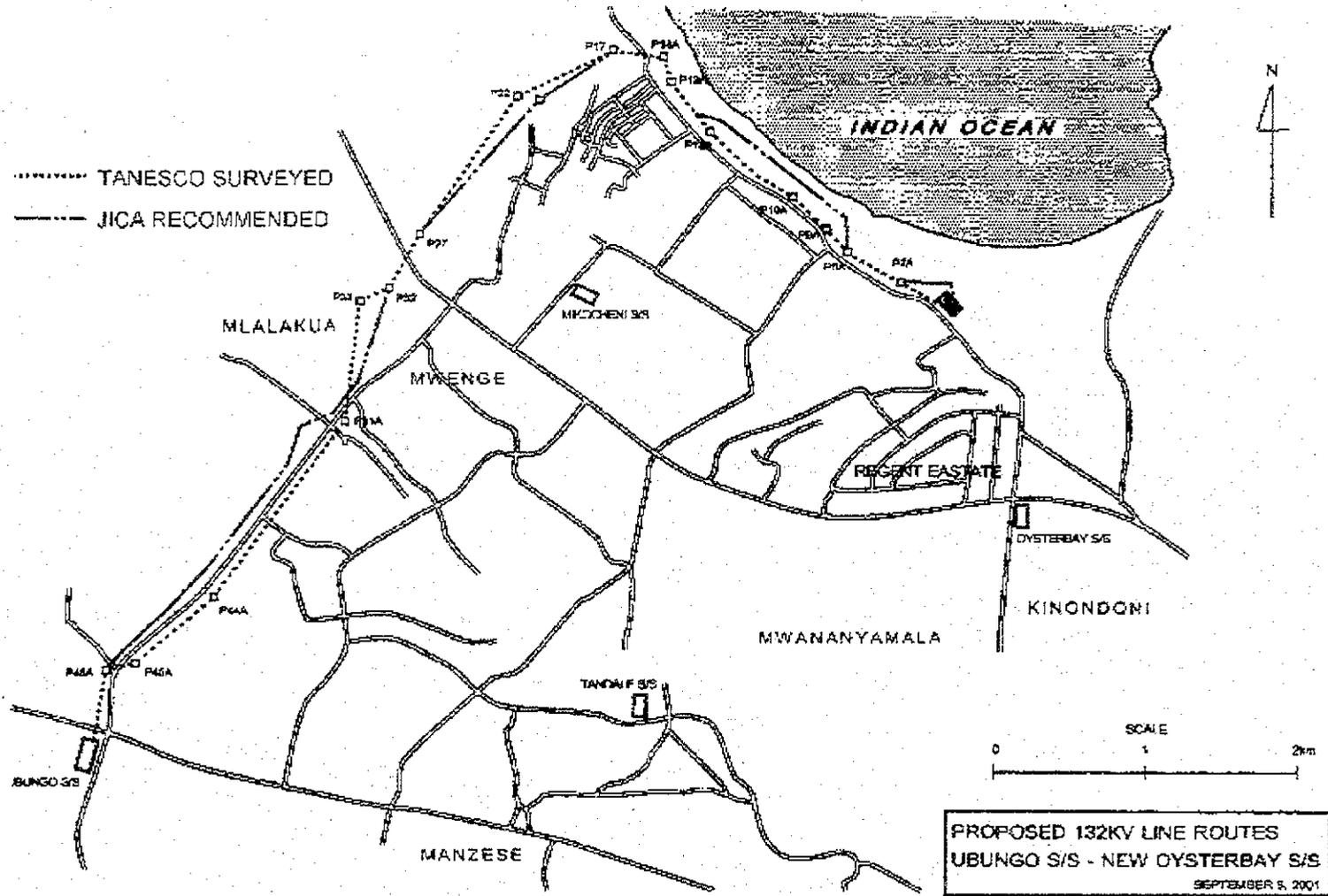


Fig.5.1.1 132kV 送電線予定ルート図(Ubungo S/S ~ New Oysterbay S/S)

5.1.2 変電設備

タンザニア国における変電所の現状と問題点については、基本的には、Dar es Salaam、Arusha、Moshi と共通する点が多い。

総体的には、1990年代以降に建設された変電所あるいは、設置された変電設備以外のものについては、設備の性能上問題を有している。

特に、1970年以前のものについては、通常の開閉操作等、日常的な運転にも支障を来すものも少なくない。

これらの項目について Dar es Salaam の個別地域の具体的な評価に入る前に、設備の評価項目、評価方法、評価基準および採点手法について、以下のとおり記載する。

(1) タンザニア国の変電設備に関する劣化評価について

タンザニア国主要都市配電設備リハビリテーション調査のうち、これに関連する変電設備の劣化評価基準、手法について取りまとめる。

変電設備の劣化診断・評価は、その前提条件として劣化傾向を定量的に示すデータが存在することが不可欠である。すなわち、機器の余寿命の推定は、対象機器について定期的に点検、調整がなされ機器毎の点検記録が残されてはじめて可能となる。しかしながら、今回の調査対象においては、そのデータは皆無に等しく、精度よく各機器の余寿命を判断することは、かなり困難といわざるを得ない。

これらのことから、本調査で採用した評価に関する方針と、基本的な評価基準を以下に記載する。

(2) 評価方針

タンザニア国の変電設備は総体的に、供給上必要とされる設備量、信頼度レベルとも、充分でないため、既設設備を可能な限り有効利用する。すなわち、可能な限り使用し続ける観点で評価する。具体的には

大前提として、

- 火災等の災害回避
- 機器損壊の回避
- 予備品、代替品不足による長期停止は回避する。

評価目標として、

- 余寿命は可能な限り長期間を期待する。

(3) 劣化評価の手法および判定基準

劣化評価の判定基準については、各機器毎に又複数の機種が存在するものについては、各機種毎に以下のように定める。

(a) 変圧器

(i) 劣化評価の手法

変圧器は、酸素、水分など製作当初から含有する残留分に加え、長期間の運転に伴ない侵入する酸素、水分の影響で次第に劣化する。

更に、運転に伴なう機械的振動、温度上昇等の影響で、徐々に絶縁物の劣化、分解が進行し、可燃性分解ガスの発生による絶縁性能及び機械的振動の増大など、性能劣化が加速されることになる。

それらがある程度進行すると、外雷や開閉サージなどに起因する異常電圧の侵入あるいは、外部短絡時の電磁機械力などの電氣的、機械的ストレスを受けた場合に破壊する危険性が次第に増してくる。

一般的に変圧器の寿命とは、運転開始からこの危険度が非常に高まり、当初の耐電圧性能等電力機器としての基本仕様を満足しなくなる時点までをいう。

しかしながら、長期間に亘る定期点検時の点検結果や絶縁油の性状、油中ガス分析等のデータを総合的に評価していても、顕著な傾向を示していない限り、この時点を正確に予測することは極めて難しい。

更に、今回の調査対象の変圧器については、最も重要と判断される運転開始後の絶縁油の性状分析や、油中ガス分析結果など内部絶縁に関するデータがないことから、定量的な判断基準に照らし合わせて劣化評価を行うことができない。

劣化評価に関連するもので運転実績年数以外で、経歴と判断できる情報は、過負荷運転有無の記録のみである。

このことから、一般的に電力用変圧器として期待できる寿命を想定し、運転期間における使用状態を基本に、TANESCOでの運用実績を現状における状態から内部絶縁に関する懸念事項を考慮し、下記のとおり劣化に関する評価基準を設定し、これに照らし合わせて評価結果を取りまとめることとした。

具体的には、以下に記載するとおり、対象変圧器の使用環境、運用実態で内部の劣化を類推するとともに、外観の状態の評価を加え総合的に判断し、余寿命を推定する方法を採用する。

- 調査対象の変圧器は、IEC または同等規格で準拠して製作されていることから、ある一定期間内の寿命が期待できるものとする。
- 寿命を想定するにあたり、規格に定める使用状態と対象変圧器の使用状態の差を評価する。
- 寿命を想定するにあたり、運用実態を評価し使用可能期間の低減を考慮する。
- 本体及び付属品を外観から全般的な老朽化を評価する。
- 本体、付属品からの漏油の有無や、絶縁油の変色から性能劣化を評価する。

(ii) 評価項目及び評価基準

油入変圧器は、大きくは内部と外部に分類され、内部の主要な構成部品は鉄心(コア)、巻線(コイル)、リード線及びタップ切替器(タッピングスイッチ)であり、それを構成する材料は、絶縁油、絶縁紙、プレスボードなどの絶縁材料と導体である。外部の構成部品は、鉄製タンクと付属品類である。

これらの主要構成品毎の劣化現象を上記劣化評価手法にそって、評価基準と照らし合わせて老朽化の程度を判断し、寿命の極限に達していると判断されるものについては、今後長期使用が不可能と判断されることとなる。

対象変圧器は、IEC またはそれと同等の規格で製作され、その規格で指定された試験項目を実施し、合格となったものが設置され運用されている。

このことから、これらの変圧器は所定の使用状態、定格値内の運転をし、必要な場合油の浄化等を実施すれば、通常 25～30 年程度の寿命は期待できる。

しかしながら、気象条件や運用状況が、所定の使用状態より過酷な場合や、過負荷運転が繰り返される場合には、当然変圧器の寿命が短縮されることになる。

以下に、具体的な評価項目、劣化現象、劣化現象が進行した場合に想定される事故障害の内容及び劣化評価基準に関する事項を記載する。

Table 5.1.3 変圧器の老朽化評価項目及び評価基準

No	評価項目	大分類	劣化現象		最終想定事故等	劣化評価基準等
			劣化種別	現象・影響		
1	製作時の準拠規格の適用	全般	----	----	----	規格内の条件で運転した場合は、25～30年運転可
2	周囲温度の条件	全般	①熱劣化(規格に定める値より高い場合)	①油中ガスの増加 ②絶縁紙の重合度低下	寿命の低下	規格の年平均気温 20℃に対し、タンク内は、25℃である。 しかし、負荷(電流)と温度(電圧)の時間的ずれを考慮し、相殺すると仮定した。
3	過負荷運転の有無	全般	①熱劣化(規格に定める値より高い場合)	①油中ガスの増加 ②絶縁紙の重合度低下	寿命の低下	①事前電力:定格の90%→3時間程度 30%過負荷では、寿命低下なしとみなせる。 ②事前電力:定格の90%→3時間程度 50%過負荷で、一回の当たり3日程度の寿命低下となる。
4	鉄心	内部	①熱劣化	①振動増加 ②局部過熱 ③油中ガス増加	寿命の低下	大きな騒音、異音があれば、鉄心に異常の可能性あり
5	巻線	内部	①熱劣化 ②部分放電	①振動増加 ②局部過熱 ③油中ガス増加	絶縁破壊	外部診断では、極めて困難である。絶縁油の性状分析、油中ガス分析の結果で評価する。
6	リード線	内部	①熱劣化 ②部分放電	①振動増加 ②局部過熱 ③油中ガス増加	絶縁破壊	外部診断では、極めて困難である。絶縁油の性状分析、油中ガス分析の結果で評価する。
7	本体絶縁油	絶縁材料	①熱劣化 ②部分放電 ③吸湿	①絶縁耐力低下 ②部分放電発生 ③可燃性ガス発生	絶縁破壊	外部診断では、極めて困難である。絶縁油の性状分析、油中水分測定、油中ガス分析の結果で評価する。
8	負荷時タップ切替器	内部	①磨耗 ②腐食(硫化銀)	①接触面の荒れ ②接触抵抗の増加 ③過熱、溶損	①タップ短絡 ②絶縁破壊	電氣的寿命は、10万回～20万回、補機類の寿命も10万回～20万回が限度である。
9	切替器用絶縁油	内部	①熱劣化 ②部分放電 ③吸湿	①絶縁耐力低下 ②部分放電発生 ③可燃性ガス発生	絶縁破壊	活線浄油器が設置されていないもの又は、動作不能となったものについては、絶縁油の取替または、浄油は必至となる。また、浄油装置が正常のものでも、絶縁油の耐圧、酸化度、水分分析を行い性能確認を行う必要がある。
10	タンク及びガスケット	外部	①リード線等による劣化 ②経年劣化	①弾性低下 ②変形亀裂	漏油 絶縁油劣化	漏油が発生している場合は、ガスケットは既に寿命と判断。一般的な寿命は約15年～20年である。
11	コンパクター(隔膜式)	付属品	①熱劣化 ②酸化劣化 ③疲労	①強度不足 ②亀裂 ③絶縁油酸化	絶縁油劣化	外観上異常が無ければ、絶縁油性状試験で評価する。

第5章 送変配電設備の現状と問題点ならびにリハビリ案

No	評価項目	大分類	劣化現象		最終想定事故等	劣化評価基準等
			劣化種別	現象・影響		
12	ブッシング	付属品	①汚損 ②飛来物等による損傷	絶縁性能の低下	絶縁破壊	外観上著しく破損している物は要交換
13	冷却装置	付属品	①発錆 ②亀裂	温度上昇	油温上昇	外観上著しく破損している物は要改修
14	放圧装置	付属品	①亀裂 ②破壊	漏油	漏油	漏油有りの場合は要交換
15	変流器	付属品	機能不能	測定不能	保護不能、監視不能	測定不能のものは、要補修
16	計器類	付属品	①不動作 ②計器指示不能	①監視不能 ②異常時警報不能	状態把握不能	外観上機能していないものは要改修

(iii) 採点基準

上記評価基準で各項目毎に合否を判定し、総合評価で今後の使用可能期間に関しランク付けを行い、リハビリの緊急性を評価する。

Table 5.1.4 変圧器の劣化判定評価

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						備考
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30年超過	25~30年	20~25年				15年未満対象外
2 過負荷運転	事故時以外で、55%以上の過負荷1時間以上		40~50%の過負荷で3時間程度	30~40%の過負荷で3時間程度	20~30%の過負荷で3時間程度	20%未満の過負荷で3時間以内	50%を超過する過負荷については、絶縁紙の著しい劣化のおそれ有り。
3 異音の有無	---	---	---	異音有り	---	異音無し	異音発生は内部に重大な欠陥の可能性有り
4 振動の有無	---	---	---	大きな振動有り	---	振動無し	大きな振動の発生は内部に重大な欠陥有り
5 本体漏油の有無				上部箇所を含む所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	上部からの漏油は、吸湿の可能性が高い。
6 負荷時タップ切替器の漏油				上部箇所を含む所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	上部からの漏油は、吸湿の可能性が高い。
7 負荷時タップ切替器の絶縁油性状					活線浄油器が無いが故障で絶縁油が劣化		油の性状試験が不可能なため、油の劣化を外観で判断する。
8 コンタクターの状態					コンタクターが損傷又は、機能しない。	異常なし	絶縁油劣化の要因となる。
9 ブッシングの状態				ブッシングが著しく破損している。	ブッシングが一部破損している。	異常なし	絶縁破壊の危険性あり
10 冷却装置の状態				上部箇所を含む所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	異常なし	上部からの漏油は、吸湿の可能性が高い。
11 放圧装置の状態				放圧装置の損傷		異常なし	絶縁油劣化の要因となる。
12 変流器の状態				変流器が破損しているか、機能不能となっている。		異常なし	保護計測回路が不能となり、機器の安全が確保できない。
13 計器類の状態					計器が破損しているか、機能不能となっている。	異常なし	機器の状態が定量的に把握できない。

(b) 遮断器

(i) 劣化評価の手法

遮断器は、設備運用の要である負荷電流の開閉や、雷撃による故障電流の遮断や、短絡事故時に故障機器を速やかに回路から引き離し、機器の損傷を防止

する役割等、非常に重要な責務を有している。

したがって、遮断器の不具合は、運用上極めて重大な障害となるとともに、支障を発生した機器の事故による波及で健全な設備の損壊を招くこととなり、短期間といえども放置できないものである。

遮断器の劣化には、定常時及び雷撃事故の大地間耐電圧及び、遮断器本来の役目である事故除去時の過渡回復電圧等に対する極間絶縁性能や、長期間通電による熱的要因及び事故除去時のアークエネルギーによる遮断部の消耗が主要因となる通電性能の低下など、電氣的性能の劣化が考えられる。

これに加え、遮断器は経済的な理由から、遮断用コック外、その組み合わせで絶縁媒体を制御する消弧室など消弧部が、電氣的性能を満足する条件で極小化を図っている。このため、遮断コック外の動作速度は大きな値を要求され、これを瞬時に動作させるための操作機構に求められる機械力は非常に大きなものとなり、長期間使用による機械的劣化の主要要因となる。

電氣的劣化が進行すると、最悪の場合には、過熱、遮断不能、絶縁破壊などをひきおこし、遮断器の役割を果たせなくなり、この原因による波及事故で健全な設備も損壊、火災など極めて重大な事故を発生させることとなる。

機械的劣化の場合は、操作不能及び操作機械力の不足による操作速度の低下、操作トルク不足等が考えられ、遮断コック外に必要な機械力が与えられなくなり、結果的には、電氣的劣化と同様な極めて重大な事故を発生させることとなる。

電氣的劣化と機械的劣化な不具合と想定される障害を以下に図示する。

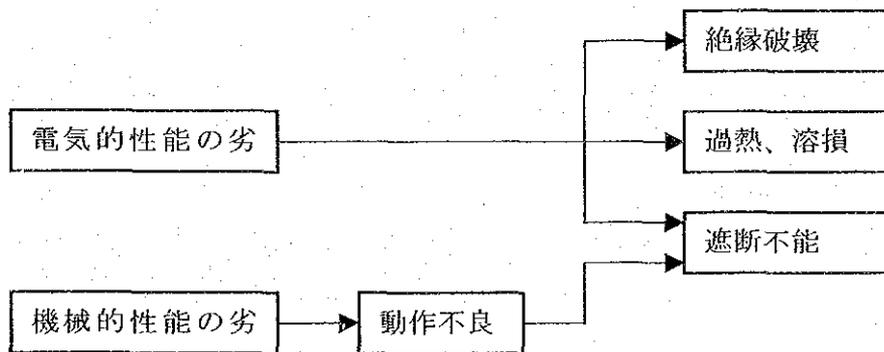


Fig. 5.1.2 遮断器の劣化

遮断器の種類としては、絶縁媒体に圧縮空気(単に空気遮断器と称する)、絶縁油(単に油遮断器と称する)、六ふつ化硫黄ガス(一般的に SF₆ を採用し単にガス遮断器と称する)、等を使用する他、遮断部に真空バルブ(単に真空遮断器と称する)を使用するものがある。遮断器は、この絶縁媒体でそれぞれ、遮断方式、遮

断部の仕組みをはじめ、その構造も大きくことなることとなり、これに伴いそれぞれ種類毎の劣化現象、劣化進行も違った様相を示すこととなる。

この内、本プロジェクトでは、当該系統で広く使用されている油遮断器とガス遮断器を対象として、劣化評価することとする。

遮断器は、工場出荷時には基本性能である絶縁耐力性能、遮断性能、通電性能の試験検証に加え、開閉動作特性を測定し操作回路、駆動装置、遮断部の動作を総合的に検証している。しかしながら、長期間使用による通電での熱的ストレス、事故遮断に伴う遮断コック外の磨耗、更に操作機構部の機械的劣化などで、経年劣化が進行することとなる。

このため、遮断器の状態を診断し、性能を維持するために、日常的には外観点検で異常の有無を点検し、遮断部を含む機能を診断するために、6年程度の間隔で内部点検及び動作試験を実施してその状態を診断し、その結果必要な構成部品を交換し、常に遮断器としての重要な責務を確実にこなせるような点検を実施する必要がある。

しかしながら、このような点検は充分実施されておらず、点検結果に関するデータや事故電流遮断の実績も無いことから、主に使用期間、想定される負荷開閉回数、遮断回数、本体の外観上状況、操作機構の状態に加え、遮断コックの取替えや補修の難易性及び機械的消耗部品に関する補修部品の入手の難易性から、今後使用の可否を評価することとする。

(ii) 評価項目及び評価基準

対象遮断器は、IEC またはそれと同等の規格で製作され、その規格で指定された試験項目を実施し、合格となったものが設置され運用されている。

このことから、これらの遮断器は所定の使用状態、定格値内の使用下で、必要な点検や所定の基準にしたがって部品の交換を実施すれば、通常 25～30 年程度の寿命は期待できる。

しかしながら、遮断器はその使用期間中に、①事故電流の遮断による接触子の消耗、②負荷電流の遮断による接触子の消耗、③温度収縮等によるガスクットの疲労、④経年及び操作に伴う操作機構の老朽化で寿命が短縮される。

以下に、遮断器の種類ごとにおける、これらの項目に関する評価基準を示す。

事故電流遮断に伴う接触子の寿命

遮断器本体で、使用に伴う磨耗、損傷が問題となるのが接触子であり、最も影響が大きいのが遮断時の接触子消耗量である。

消耗量は、以下の式で求められ、実験による測定値とも合致している。

$$V = \alpha \cdot I^{\beta} \cdot t$$

ここで、V:消耗量、 α 及び β :接触子の材料等で決まる定数、 t :アーク時間である。このうち、 β は約1.6である。

接触子の消耗量による寿命は、遮断器の種類によって異なり、一般的に以下の回数が限度の目安となる。この時点で、内部診断を行い接触子を取りかえることとなる。

ガス遮断器における定格遮断電流を遮断する限度回数:10回

油遮断器における定格遮断電流を遮断する限度回数 :4回

ただし、リハビリ対象となっている遮断器で考慮すべき実事故電流は、遮断器の定格遮断電流に対する割合が最大で、132kV回路で50%、33kV回路で40%程度である。

このため、実際の事故遮断回数は(定格遮断電流÷実遮断電流) β で計算され以下のとおりとなる。

ガス遮断器における実事故遮断可能回数:約30回

油遮断器における実事故遮断可能回数 :約12回

連続定格電流の遮断に伴う接触子の寿命

ガス遮断器で約1,000~2,000回

油遮断器で約500~1,000回

ガスケットの寿命

約20年程度は期待できるが、油漏れを発生しているものは、既にガスケットの寿命に達していると考えられる。

操作機構部分の寿命

消耗部品の交換と、必要箇所に潤滑材を3~6年で再注油すれば、5,000回程度は期待できる。

遮断器の種別毎の、評価項目とその基準を以下に記載する。

Table 5.1.5 ガス遮断器の老朽化評価項目及び評価基準

No.	評価項目	大分類	劣化現象		最終想定事故等	劣化評価基準等
			劣化種別	現象・影響		
1	製作時の準拠規格の適用	全般	—	—	—	規格内の条件で運転した場合は、25~30年程度の使用可能
2	周囲温度の条件	全般	熱劣化	発熱	焼損	今回の遮断器の使用状態では問題とならない。
3	過負荷運転の有無	全般	熱劣化	発熱	焼損	定格電流と実運転電流に差があるので、特に問題とならない。
4	遮断部	内部	①アークによる消耗 ②摺動部の磨耗	①接触不良による発熱 ②通電性能低下 ③遮断性能の低下	①温度上昇 ②遮断性能の低下→遮断不能	事故遮断累積回数30回超過していれば、内部点検が必要。 定格負荷開閉数が1000回以上のものは、点検が必要

第5章 送変配電設備の現状と問題点ならびにリハビリ案

No	評価項目	大分類	劣化現象		最終想定事故等	劣化評価基準等
			劣化種別	現象・影響		
5	操作機構 (遮断部操作機構)	内部 外部	①経年劣化 ②磨耗 ③焼損 ④潤滑材切れ	①動作不良 ②遮断性能低下	①開閉時間異常 ②動作不能	動作時間の増加や、動作不良、動作不能の有無で判断
6	母管類	外部	①汚損 ②損傷	①ガス漏れ ②絶縁低下	絶縁破壊	破損、ガス漏れの有無で判断
7	ワッパ類	外部	腐食	気密性低下	ガス漏れ	ガス漏れの有無で判断
8	ガスケット類	外部	腐食	気密性低下	ガス漏れ	ガス漏れの有無で判断
9	操作機構 (リンク機構、操作空気、パネ又は操作油圧縮装置等)	外部	①経年劣化 ②磨耗 ③焼損 ④空気、油漏れ ⑤潤滑材切れ	①動作不良 ②遮断性能低下	①開閉時間異常 ②動作不能	①駆動用圧縮空気、操作油のリークの有無で判断 ②動作時間の増加や、動作不良、動作不能の有無で判断
10	制御回路	外部	①経年劣化 ②電気回路不具合	①動作不良 ②遮断性能低下	①開閉時間異常 ②動作不能	①点検結果の異常の有無で判断 ②動作時間の増加や、動作不良、動作不能の有無で判断

Table 5.1.6 油遮断器の老朽化評価項目及び評価基準

No	評価項目	大分類	劣化現象		最終想定事故等	劣化評価基準等
			劣化種別	現象・影響		
1	製作時の準拠規格の適用	全般	—	—	—	規格内の条件で運転した場合は、25～30年程度の使用可能
2	周囲温度の条件	全般	熱劣化	発熱	焼損	今回の遮断器の使用状態では問題とならない。
3	過負荷運転の有無	全般	熱劣化	発熱	焼損	定格電流と実運転電流に差があるので、特に問題とならない。
4	遮断部	内部	①アークによる消耗 ②摺動部の磨耗	①接触不良による発熱 ②通電性能低下 ③遮断性能の低下	①温度上昇 ②遮断性能の低下→遮断不能	事故遮断累積回数12回超過していれば、内部点検が必要。 定格負荷開閉数が500回以上のものは、点検が必要
5	絶縁油	内部	①経年劣化 ②アークによる分解	水分、酸化、スラッジの増加→絶縁性能低下	絶縁破壊	長期間使用のもの、事故遮断回数、負荷開閉が多いものについては、油の性状分析の結果で判断
6	母管類	外部	①汚損 ②損傷	①油漏れ ②絶縁低下	絶縁破壊	破損、油漏れの有無で判断
7	ワッパ類	外部	腐食	気密性低下	油漏れ	油漏れの有無で判断
8	ガスケット類	外部	腐食	気密性低下	油漏れ	油漏れの有無で判断
9	操作機構 (リンク機構、パネ圧縮装置等)	外部	①経年劣化 ②磨耗 ③焼損 ④潤滑材切れ	①動作不良 ②遮断性能低下	①開閉時間異常 ②動作不能	①パネ圧縮装置の動作時間で判断 ②動作時間の増加や、動作不良、動作不能の有無で判断
10	制御回路	外部	①経年劣化 ②電気回路不具合	①動作不良 ②遮断性能低下	①開閉時間異常 ②動作不能	①点検結果の異常の有無で判断 ②動作時間の増加や、動作不良、動作不能の有無で判断

(iii) 採点基準

上記評価基準で、評価項目毎に合否を判定し、総合評価で今後の使用可能期間に関しランク付けを行って、リハビリの緊急性を評価する。

Table 5.1.7 ガス遮断器の劣化判定評価

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						備考
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30年超過	25~30年	20~25年	-----	-----	-----	15年未満対象外
2 事故遮断回数(接触子の状態)	-----	-----	40回超過	30回~40回	10回~30回	-----	推定事故除去回数で評価
3 負荷開閉回数(接触子の状態)	-----	-----	-----	1000回超過	500回~1000回	-----	推定開閉回数で評価:開閉操作で1回とする。
4 開閉操作不能の有無	開閉操作不能	-----	開閉操作不能の経験有り	-----	-----	不具合実績無し	遮断器の開閉不能、及びその経歴は重大な問題
5 不完全通電状態の有無	接触子の不具合による通電有り	-----	-----	-----	-----	不具合実績無し	固定、可動接触子間不完全接触による不具合は重大な問題
6 遮断器内部点検実施の有無	-----	-----	24年以上無し	18年以上無し	12年以上無し	-----	最低12年で内部点検が必要
7 操作機構点検実施の有無	-----	-----	18年以上無し	12年以上無し	6年以上無し	-----	潤滑剤は最低6年程度で補給が必要
8 ガス漏れの有無	ガス漏れ有り	-----	-----	-----	過去に有り	ガス漏れ無し	ガス漏れは重大な問題
9 制御回路の状態	-----	-----	制御回路に異常有	-----	-----	不具合無し	
10 予備品確保の可否	-----	-----	-----	予備品確保不可能	-----	予備品確保可能	生産中止等の場合

Table 5.1.8 油遮断器の劣化判定評価

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						備考
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30年超過	25~30年	20~25年	-----	-----	-----	15年未満対象外
2 事故遮断回数(接触子の状態)	-----	-----	20回超過	13回~20回	10回~12回	-----	推定事故除去回数で評価
3 負荷開閉回数(接触子の状態)	-----	-----	-----	500回超過	400回~500回	-----	推定開閉回数で評価:開閉操作で1回とする。
4 開閉操作不能の有無	開閉操作不能	-----	開閉操作不能の経験有り	-----	-----	不具合実績無し	遮断器の開閉不能、及びその経歴は重大な問題
5 不完全通電状態の有無	接触子の不具合による通電有り	-----	-----	-----	-----	不具合実績無し	固定、可動接触子間不完全接触による不具合は重大な問題
6 遮断器内部点検実施の有無	-----	-----	24年以上無し	18年以上無し	12年以上無し	-----	最低12年で内部点検が必要
7 操作機構点検実施の有無	-----	-----	18年以上無し	12年以上無し	6年以上無し	-----	潤滑剤は最低6年程度で補給が必要
8 油漏れの有無	-----	-----	-----	油漏れ有り	-----	油漏れ無し	ガス漏れは重大な問題
9 制御回路の状態	-----	-----	制御回路に異常有	-----	-----	不具合無し	
10 予備品確保の可否	-----	-----	-----	予備品確保不可能	-----	予備品確保可能	生産中止等の場合

(c) 計器用変成器類

変電所の計器用変成器は、開閉機器に隣接して設置され、電圧、電流および、電力を計測し、保護継電器と組み合わせて事故運転電力の変成器類の構造は、変圧器と同様に絶縁油と絶縁紙の組み合わせで絶縁が確保されている。しかしながら、その構造は比較的シンプルとなっており、障害の多くは、気密、油密の破壊による劣化現象が考えられ、実際の障害のほとんどがこの要因によるものである。

また、変成器は、一般的に定格事項が、使用条件と比較して裕度があり、内部劣化の主たる要因である熱的劣化も変圧器から較べると少なくなっていること

が多い。

このことから、以下の評価項目、評価基準で更新の必要性の有無を判断する。

- 使用期間が25年程度を超過しているか。(IEC等の規格で製作されるものについては、他の機器と同様25～30年間の使用が期待できる。)
- 碍管類の損傷の有無
- 著しい油漏れ発生の有無
- 同種機器の事故、障害の実績

なお、長期間使用されている変流器の多くは、遮断器内蔵型であることから、基本的には、遮断器の更新時に合わせて、変流器の更新も行うこととする。

(d) 屋外鉄構及び母線

屋外母線は、屋外鉄構、銅線またはアル線の電線類、これを絶縁シテンション母線を固定する耐張碍子及びステーションポスト碍子で構成されている。

これら屋外母線の構成部品は、極端な塩害や大気汚染がない限り一般的には、半永久的に使用可能のものである。

すなわち、母線の電流容量内であれば、老朽化あるいは外的要因による機械的損傷がない限り問題なく使用できると判断できる。具体的には

- 屋外鉄構に、自然条件あるいはその他の外的要因による重大な履歴の有無
- 屋外鉄構に、塩害または大気汚染等の影響による著しい腐食の有無
- 電線の容量不足の有無
- 電線の自然環境等による劣化の有無
- 碍子類破損等の有無

このことから、外観上著しく老朽化しているものを除き、母線の改修は、遮断器類の追加等、主回路の仕様あるいは機器の配置上変更があった場合に、その工事に合わせて更新するものとする。

(e) 送電線保護盤、機器保護盤及び制御盤

送電線保護盤、機器保護盤及び制御盤は、送電線の系統構成、変電所の主回路構成及び主回路に設置される機器に応じて設計されるものである。

すなわち、これらの屋内機器の改修については、送電線、主要機器、開閉装置、計器用変成器等主回路を構成する機器の更新計画とあわせて行うこととする。

(f) 配電線引出し用閉鎖配電盤 (11kV用キュービクル)

1970年以前の閉鎖配電盤のほとんどは、たびたび焼損など重大な事故を発生しているものと同種のものであり、既に生産中止等の理由から、交換部品の手配もできないのが現状であり、速やかに取替えを行う必要がある。

さらに、焼損事故は当該閉鎖配電盤のみにとどまらず、隣接あるいは、コントー

ルームに設置している他の盤まで延焼するなど、被害は広範囲におよび速やかに改修しなければ、長期間の停止を伴うこととなる。

すなわち可能な限り早期に対象閉鎖配電盤を更新する必要があるが、閉鎖配電盤の仕様は、屋外主要機器の仕様と密接な関係があり、これらの仕様と合わせて決定されるものである。

このため基本的には、閉鎖配電盤の更新は、変圧器等主要機器の更新と合わせて実施することとする。

(g) 制御用電源(直流電源装置:バッテリー)

制御用電源は、主に屋外用遮断器の操作用、及び閉鎖配電盤の遮断器等の制御電源、操作電源用に使用されている。

1970年以前に設置された制御電源装置は、屋外用遮断器及び閉鎖配電盤と同時期のものであり、ほとんどが著しく老朽化しているものとなっている。

このことから、長期間使用している制御電源装置は、可能な限り早期に取替える必要がある。

しかしながら、制御電源装置の出力電圧、電流時間容量は供給先の遮断器、閉鎖配電盤等の仕様で決定されるものであることから、これら遮断器類の更新と合わせて更新を行うことを基本方針とする。

(h) その他設備

特定の変電所固有の問題については、その変電所固有の問題として改修計画を立案する。

しかしながら、同種機器の問題として他の変電所にも水平展開する必要がある場合は、同種機器対策として変電所間で協調をとり対処することとする。

(i) 増設工事との関係

増設対象変電所にリハビリ対象設備が有る場合には、その変電所に求められる引出し回線数、変電所容量等から、母線構成、母線容量、主回路構成を長期的に運用する観点から計画し、具体的な設計を行うこととする。

すなわち、信頼度からの観点、経済的からの観点、運用面から観点等総合的に、増設計画と更新計画の協調を図り、合理的な工事計画を立案することとする。

(4) Dar es Salaam における現状と問題点

Dar es Salaam の既設変電所の現状として、各変電所で多少の差はあるものの、1980年以前に運用開始となった変電所機器については、概略以下に記載する状況にある。

- 変圧器については、本体がスクットの複数箇所からおびただしい漏油が確認できるものや、主にタップ切替器に留まっているものなど、程度の差はあるが、ほとんどのものから漏油が確認できる。
- 屋外開閉器の内、最も重要な遮断器では、油遮断器の遮断部のコンタ不良及び、操作回路の老朽化が激しく、遮断器としての機能を有していないものが数多くある。
- 計器用変成器のうち、変流器については、油遮断器を採用している変電所では、ほとんどが遮断器のブッシングに内蔵されているため、詳細は不明であるが、遮断器本体、遮断器の操作箱の状況及び、屋内保護盤等の状況から必要な精度を満足しているものではないと推定される。
- 屋外鉄構及び母線については、一部では撤去工事の残骸が残っているなど、変電所の母線として十分な管理がなされていないものもあるが、母線構成、構造物が簡単なことから、緊急的に処置する必要な箇所はない。
- 送電線保護盤、機器保護盤及び制御盤については、外観上かなり老朽化が進行していると判断される。メータ類で表示が不十分なものもあり、既に更新時期を迎えているものが大半である。
- 室内の11kV用キュービクルについては、電気事故による火災が、多くの変電所で発生している。これに加え、屋外用遮断器と同様遮断部のコンタの消耗が激しく取替えを要するものが多い。しかしながら、既に部品のスペアパーツがないため、予備回線のものを用いて補修を行っているが現状であり、この予備部品も不足しているため、運転及び保守に大きな障害となっている。
- 制御用電源については、設置時期が屋外遮断器あるいは、11kV 閉鎖配電盤の設置と同時期のもののため、ほとんどのバッテリーが機能していないものもあり、この充電器の出力を直結して使用しているのと同様であり、リップル分による機器への悪影響も懸念される。

調査の結果、Dar es Salaam 地域でリハビリの対象となる変電所は、Mbezi S/S、Oysterbay S/S、FZ II S/S、City Center S/S、Ubungo S/S、Kurasini S/S、及び FZ I S/S であり、共通項目で記載した評価基準で採点した結果を以下に記載する。なお、変圧器と遮断器については、採点が 10 を超えるものについては、早急に更新する必要があると判断される。

(a) Mbezi S/S の採点結果

(i). Bryce(England 製):33/11kV、定格容量 5MVA、1963 年製

Table 5.1.9 Mbezi S/S 変圧器の劣化判定結果

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)					採点結果
	5	4	3	2	1	
I 使用年数	30年超過	25~30年	20~25年	15~20年	10~15年	5

第5章 送変配電設備の現状と問題点ならびにリハビリ案

	項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)					採点結果 1 (過負荷 値不明)	
		5	4	3	2	1		0
2	過負荷運転	事故時以外で、55%以上の過負荷1時間以上		40~50%の過負荷で3時間程度	30~40%の過負荷で3時間程度	20~30%の過負荷で3時間程度	20%未満の過負荷で3時間以内	1
3	異音の有無	-----	-----	-----	異音有り	-----	異音無し	0
4	振動の有無	-----	-----	-----	大きな振動有り	-----	振動無し	0
5	本体漏油の有無				上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	2
6	負荷時タップ切替器の漏油				上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	2
7	負荷時タップ切替器の絶縁油性状					活線淨油器が無いが故障で絶縁油が劣化		1
8	コンタクターの状態					コンタクターが損傷又は、機能しない。	異常なし	0
9	ブッシングの状態				ブッシングが著しく破損している。	ブッシングが一部破損している。	異常なし	0
10	冷却装置の状態				上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	異常なし	2
11	放圧装置の状態				放圧装置の損傷		異常なし	0
12	変流器の状態				変流器が破損しているか、機能不能となっている。		異常なし	0
13	計器類の状態					計器が破損しているか、機能不能となっている。	異常なし	1
14	合計							14

(ii) Hak Bridge-Hewittic and Easun LTD(India 製):33/11kV、定格容量 5MVA 1972年製

第5章 送変配電設備の現状と問題点ならびにリハビリ案

Table 5.1.10 Mbezi S/S 変圧器の劣化判定結果

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30年超過	25~30年	20~25年	-----	-----	-----	4
2 過負荷運転	事故時以外で、55%以上の過負荷1時間以上	-----	40~50%の過負荷で3時間程度	30~40%の過負荷で3時間程度	20~30%の過負荷で3時間程度	20%未満の過負荷で3時間以内	1 (過負荷値不明)
3 異音の有無	-----	-----	-----	異音有り	-----	異音無し	0
4 振動の有無	-----	-----	-----	大きな振動有り	-----	振動無し	0
5 本体漏油の有無	-----	-----	-----	上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	2
6 負荷時タップ切替器の漏油	-----	-----	-----	上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	2
7 負荷時タップ切替器の絶縁油性状	-----	-----	-----	-----	活線浄油器が無いが故障で絶縁油が劣化	-----	1
8 コンパクターの状態	-----	-----	-----	-----	コンパクターが損傷又は、機能しない。	異常なし	0
9 ブッシングの状態	-----	-----	-----	ブッシングが著しく破損している。	ブッシングが一部破損している。	異常なし	0
10 冷却装置の状態	-----	-----	-----	上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	異常なし	2
11 放圧装置の状態	-----	-----	-----	放圧装置の損傷	-----	異常なし	0
12 変流器の状態	-----	-----	-----	変流器が破損しているか、機能不能となっている。	-----	異常なし	0
13 計器類の状態	-----	-----	-----	-----	計器が破損しているか、機能不能となっている。	異常なし	1
14 合計							13

(iii) ガス遮断器 SF₆ガス遮断器(England製)33kV用

Table 5.1.11 Mbezi S/S ガス遮断器の劣化判定結果

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30年超過	25~30年	20~25年	-----	-----	-----	4
2 事故遮断回数(接触子の状態)	-----	-----	40回超過	30回~40回	10回~30回	-----	0
3 負荷開閉回数(接触子の状態)	-----	-----	-----	1000回超過	500回~1000回	-----	0
4 開閉操作不能の有無	開閉操作不能	-----	開閉操作不能の経験有り	-----	-----	不具合実績無し	0
5 不完全通電状態の有無	接触子の不具合による不完全通電有り	-----	-----	-----	-----	不具合実績無し	0
6 遮断部内部点検実施の有無	-----	-----	24年以上無し	18年以上無し	12年以上無し	-----	3
7 操作機構点検実施の有無	-----	-----	18年以上無し	12年以上無し	6年以上無し	-----	3
8 ガス漏れの有無	ガス漏れ有り	-----	-----	-----	過去に有り	ガス漏れ無し	0
9 制御回路の状態	-----	-----	制御回路に異常有り	-----	-----	不具合無し	0
10 予備品確保の可否	-----	-----	-----	予備品確保不可能	-----	予備品確保可能	2
11 合計							12

(iv) 計器用変成器

計器用変成器のうち変流器については、ガス遮断器に内蔵されているが遮断器と同様老朽化が進行し、その充分機能を果たしていないことから、遮断器更新時に新しいものを取りかえる。計器用変圧器についても、30年程度経過しており、ガスクットの機能が低下し更新の必要性がある。

(v) 屋外鉄構及び母線

屋外鉄構の機械的性能、母線用電線、断路器の電気的な性能は問題ないと判断されるが、主要機器の老朽化に伴う機器配置の変更及び、今後の増設工事に伴う母線容量不足などを考慮し、更新工事に合わせて取替えることが得策である。

(vi) 送電線保護盤、機器保護盤及び制御盤

蛇の侵入によるものと推定される火災事故発生で、建屋に設置されている設備の全てが焼損した。このため、全ての設備機能を喪失した。

(vii) 配電線引出し用閉鎖配電盤(11kV用キュービクル)

送電線保護盤、機器保護盤、制御盤と同様に全設備を焼損した。

(viii) 制御用電源(直流電源装置:バッテリー)

送電線保護盤、機器保護盤、制御盤と同様に全設備を焼損した。

(ix) 所内用変圧器、避雷器

変圧器同様老朽化が進行しており、主要機器と合わせて更新が必要である。

(x) まとめ

変圧器:老朽化のため、可能な限り早期に更新する。

遮断器:老朽化のため、可能な限り早期に更新する。

- 変流器:遮断器と合わせて更新
- 計器用変圧器:主要機器と合わせて更新
- 屋外鉄構及び母線:主要機器更新に伴う機器配置、母線構成変更時に更新
- 送電線保護、機器保護及び制御盤:主要機器と合わせて更新
- 配電線引出し用閉鎖配電盤(11kV用キュービクル):主要機器と合わせて更新
- 制御用電源(直流電源装置:バッテリー):遮断器と合わせて更新
- 所内用変圧器、避雷器:主要機器と合わせて更新

(b) Oysterbay S/S の採点結果

(i) 変圧器 Bryce(England 製):33/11kV、定格容量 5MVA、1963 年製、1967 年製

Table 5.1.12 Oysterbay S/S 変圧器の劣化判定結果

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30年超過	25~30年	20~25年	---	---	---	5
2 過負荷運転	事故時以外で、55%以上の過負荷1時間以上	---	40~50%の過負荷で3時間程度	30~40%の過負荷で3時間程度	20~30%の過負荷で3時間程度	20%未満の過負荷で3時間以内	1 (過負荷値不明)
3 異音の有無	---	---	---	異音有り	---	異音無し	0
4 振動の有無	---	---	---	大きな振動有り	---	振動無し	0
5 本体漏油の有無	---	---	---	上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	1
6 負荷時タップ切替器の漏油	---	---	---	上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	1
7 負荷時タップ切替器の絶縁油性状	---	---	---	---	活線浄油器が無いが故障で絶縁油が劣化	---	1
8 コンパクターの状態	---	---	---	---	コンパクターが損傷又は、機能しない。	異常なし	0
9 ブッシングの状態	---	---	---	ブッシングが著しく破損している。	ブッシングが一部破損している。	異常なし	0
10 冷却装置の状態	---	---	---	上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	異常なし	1
11 放圧装置の状態	---	---	---	放圧装置の損傷	---	異常なし	0
12 変流器の状態	---	---	---	変流器が破損しているか、機能不能となっている。	---	異常なし	0
13 計器類の状態	---	---	---	---	計器が破損しているか、機能不能となっている。	異常なし	1
14 合計	---	---	---	---	---	---	11

(ii) 油遮断器:高岳製、36kV、600A、12.5kA、1987年製

Table 5.1.13 Oysterbay S/S 油遮断器の劣化判定結果

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30年超過	25~30年	20~25年	---	---	---	0
2 事故遮断回数(接触子の状態)	---	---	20回超過	13回~20回	10回~12回	---	1(事故実績から推定)
3 負荷開閉回数(接触子の状態)	---	---	---	500回超過	400回~500回	---	0
4 開閉操作不能の有無	開閉操作不能	---	開閉操作不能の経験有り	---	---	不具合実績無し	0
5 不完全通電の有無	接触子の不具合による不完全通電有り	---	---	---	---	不具合実績無し	0
6 遮断部内部点検実施の有無	---	---	24年以上無し	18年以上無し	12年以上無し	---	1
7 操作機構点検実施の有無	---	---	18年以上無し	12年以上無し	6年以上無し	---	1
8 油漏れの有無	---	---	---	油漏れ有り	---	油漏れ無し	2
9 制御回路の状態	---	---	制御回路に異常有り	---	---	不具合無し	0

第5章 送変配電設備の現状と問題点ならびにリハビリ案

	項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)					採点結果	
		5	4	3	2	1		0
10	予備品確保の可否	-----	-----	-----	予備品確保不可能	-----	予備品確保可能	0
11	合計							5

(iii) 計器用変成器

計器用変成器のうち変流器については、油遮断器に内蔵されており、使用期間及びブッシング形のため、ストレスが極めて小さいと言える。遮断器の更新まで問題なく使用できると期待できる。

(iv) 屋外鉄構及び母線

屋外鉄構の機械的性能、母線用電線は問題ないと判断されるが、断路器は機構的な支障がある。主要機器の老朽化に伴う機器配置の変更及び、新しい線路の引出しなど、増強、更新工事に合わせて取替えることが得策である。

(v) 送電線保護盤、機器保護盤及び制御盤

15MVA 変圧器関連盤以外は、老朽化が進んでいるが、主要機器の工事に合わせて実施することが妥当と判断される。

(vi) 配電線引出し用閉鎖配電盤(11kV 用キュービクル)

11kV 用キュービクルは、老朽化が激しい事に加え、補修用部品が不足していることから、早急に更新が必要と判断する。

(vii) 制御用電源(直流電源装置:バッテリー)

屋外遮断器の追加、11kV キュービクルの更新に合わせて更新する必要がある。

(viii) 所内用変圧器

変圧器同様老朽化が進行しており、主要機器と合わせて更新が必要である。

(ix) まとめ

- 変圧器:老朽化のため、5MVA2 台は、早期に更新する。
- 遮断器:油面計から漏油が認められる、補修の必要がある。
- 変流器:現状問題なし
- 計器用変圧器:主要機器と合わせて更新する必要がある。
- 屋外鉄構及び母線:主要機器更新に伴う機器配置、母線構成変更時に更新する必要がある。
- 送電線保護、機器保護及び制御盤:主要機器と合わせて更新する必要がある。
- 配電線引出し用閉鎖配電盤(11kV 用キュービクル):主要機器と合わせて更新する必要がある。

第5章 送変配電設備の現状と問題点ならびにリハビリ案

- 制御用電源(直流電源装置:バッテリー):遮断器と合わせて更新する必要がある。
- 所内用変圧器:主要機器と合わせて更新する必要がある。

(c) FZ II S/S の採点結果

(i) 変圧器 Bryce(England 製):33/11kV、定格容量 5MVA、1967 年製

Table 5.1.14 FZ II S/S 変圧器の劣化判定結果

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30年超過	25~30年	20~25年				5
2 過負荷運転	事故時以外で、55%以上の過負荷1時間以上		40~50%の過負荷で3時間程度	30~40%の過負荷で3時間程度	20~30%の過負荷で3時間程度	20%未満の過負荷で3時間以内	0
3 異音の有無	-----	-----	-----	異音有り	-----	異音無し	0
4 振動の有無	-----	-----	-----	大きな振動有り	-----	振動無し	0
5 本体漏油の有無				上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	2
6 負荷時タップ切替器の漏油				上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	2
7 負荷時タップ切替器の絶縁油性状					活線浄油器が無いが故障で絶縁油が劣化		1
8 コンパネの状態					コンパネが損傷又は、機能しない。	異常なし	0
9 ブランケットの状態				ブランケットが著しく破損している。	ブランケットが一部破損している。	異常なし	0
10 冷却装置の状態				上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	異常なし	1
11 放圧装置の状態				放圧装置の損傷		異常なし	0
12 変流器の状態				変流器が破損しているか、機能不能となっている。		異常なし	0
13 計器類の状態					計器が破損しているか、機能不能となっている。	異常なし	1
14 合計							12

(ii) 油遮断器

変圧器1次側に遮断器は設置されていない。

(iii) 計器用変成器

33kV回路には、変成器が設置されていない。

(iv) 屋外鉄構及び母線

母線を構成する構造物は設置されていない。

(v) 送電線保護盤、機器保護盤及び制御盤

盤類は、機能をはたしていない。

(vi) 配電線引出し用閉鎖配電盤(11kV用キュービクル)

11kV用キュービクルは、老朽化が激しいことに加え、火災事故も発生経験している。また、補修用部品が不足していることから、早急に更新が必要と判断する。

(vii) 制御用電源(直流電源装置:バッテリー)

屋外遮断器の追加、11kVキュービクルの更新に合わせて更新する必要がある。

(viii) 所内用変圧器

変圧器同様老朽化が進行しており、主要機器と合わせて更新が必要である。

(ix) まとめ

- 変圧器:老朽化のため、更新が必要と判断されるが、この変電所の負荷を別の変電所、配電系統に振り替えることで、更新を繰り延べする判断もある。
- 遮断器:追加を検討する。
- 変流器:遮断器に内蔵または、遮断器追加時に設置する。
- 計器用変圧器:主要機器追加時に設置を検討する。
- 屋外鉄構及び母線:設置しない。
- 送電線保護、機器保護及び制御盤:主要機器追加時に検討する。
- 配電線引出し用閉鎖配電盤(11kV用キュービクル):早急に更新する
- 制御用電源(直流電源装置:バッテリー):遮断器と合わせて更新する。
- 所内用変圧器:主要機器と合わせて更新を検討する。

(d) City Center S/S の採点結果

- (i) 変圧器 Bonar Long & Company (England 製):33/11kV、定格容量 5MVA、1979年製 2台

第5章 送変配電設備の現状と問題点ならびにリハビリ案

Table 5.1.15 City Center S/S 変圧器の劣化判定結果

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30年超過	25~30年	20~25年	---	---	---	3
2 過負荷運転	事故時以外で、55%以上の過負荷1時間以上	---	40~50%の過負荷で3時間程度	30~40%の過負荷で3時間程度	20~30%の過負荷で3時間程度	20%未満の過負荷で3時間以内	1 (過去に過負荷有り)
3 異音の有無	---	---	---	異音有り	---	異音無し	0
4 振動の有無	---	---	---	大きな振動有り	---	振動無し	0
5 本体漏油の有無	---	---	---	上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	2
6 負荷時タップ切替器の漏油	---	---	---	上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	2
7 負荷時タップ切替器の絶縁油性状	---	---	---	---	活線浄油器が無いが故障で絶縁油が劣化	---	1
8 コンパクターの状態	---	---	---	---	コンパクターが損傷又は、機能しない。	異常なし	0
9 ブッシングの状態	---	---	---	ブッシングが著しく破損している。	ブッシングが一部破損している。	異常なし	0
10 冷却装置の状態	---	---	---	上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	異常なし	1
11 放圧装置の状態	---	---	---	放圧装置の損傷	---	異常なし	0
12 変流器の状態	---	---	---	変流器が破損しているか、機能不能となっている。	---	異常なし	0
13 計器類の状態	---	---	---	---	計器が破損しているか、機能不能となっている。	異常なし	1
14 合計	---	---	---	---	---	---	11

(ii) 油遮断器:South Wales製 36kV、600A、12.5kA

Table 5.1.16 City Center S/S 油遮断器の劣化判定結果

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30年超過	25~30年	20~25年	---	---	---	4
2 事故遮断回数(接点の状態)	---	---	20回超過	13回~20回	10回~12回	---	1(事故実績から推定)
3 負荷開閉回数(接点の状態)	---	---	---	500回超過	400回~500回	---	0
4 開閉操作不能の有無	開閉操作不能	---	開閉操作不能の経験有り	---	---	不具合実績無し	0
5 不電状態の有無	接点の不良による不完全通電有り	---	---	---	---	不具合実績無し	0
6 遮断部内部点検実施の有無	---	---	24年以上無し	18年以上無し	12年以上無し	---	3
7 機作機掃点検実施の有無	---	---	18年以上無し	12年以上無し	6年以上無し	---	3
8 油漏れの有無	---	---	---	油漏れ有り	---	油漏れ無し	2
9 制御回路の状態	---	---	制御回路に異常有り	---	---	不具合無し	0
10 予備品確保の可否	---	---	---	予備品確保不可能	---	予備品確保可能	2
11 合計	---	---	---	---	---	---	15

(iii) 計器用変成器

計器用変成器のうち変流器については、油遮断器に内蔵されており、ストレスは少ないと考えられるが、使用期間が長く変圧器用の遮断器に使用されるものについては、遮断器の更新に合わせて更新を行う必要がある。

(iv) 屋外鉄構及び母線

屋外鉄構の機械的性能、母線用電線は問題ないと判断されるが、主要機器の老朽化と合わせて実施する増強を考慮すると、母線の張り替えが必要となる。

(v) 送電線保護盤、機器保護盤及び制御盤

新しい建屋に収納しているものと、旧建屋の一面は使用可能であるが、他のものは老朽化が進んでいる上に火災の影響を受け使用不可の状況である。主要機器の工事に合わせて実施することが妥当と判断される。

(vi) 配電線引出し用閉鎖配電盤(11kV用キュービクル)

11kV用キュービクルは、老朽化が激しい事に加え、電気事故による火災で使用に耐えられない状況である。早急に更新が必要と判断する。

(vii) 制御用電源(直流電源装置:バッテリー)

火災の影響を受けている。屋外遮断器の追加、11kVキュービクルの更新に合わせて更新する必要がある。

(viii) 所内用変圧器

変圧器同様老朽化が進行しており、主要機器と合わせて更新が必要である。

(ix) まとめ

- 変圧器:20年余りの使用期間にしては、過去の過負荷運転の影響もあつてか、本体劣化の劣化、タップ切替器の老朽化が激しい、早期更新の必要がある。
- 遮断器:変圧器用遮断器は、早期に更新の必要がある。
- 変流器:遮断器と同時に更新の必要がある。
- 計器用変圧器:主要機器と合わせて更新する必要がある。
- 屋外鉄構及び母線:主要機器更新に伴う機器配置、母線構成変更時に更新の必要がある。
- 送電線保護、機器保護及び制御盤:主要機器と合わせて更新する。
- 配電線引出し用閉鎖配電盤(11kV用キュービクル):可能な限り早期に更新する必要がある。
- 制御用電源(直流電源装置:バッテリー):遮断器と合わせて更新する必要がある。

- 所内用変圧器:主要機器と合わせて更新する必要がある。

(e) Ubungo S/S の採点結果

Ubungo S/S は、Dar es Salaam で最大の変電所であり、唯一 220kV 送電線を引き込む中心的な役割を果たしている。しかしながら、運用開始から 30 年あまり経過し主要機器の老朽化が目立っている。主なものとしては

- 132/33kV、50MVA、インド製の変圧器 2 台の漏油はおびただしい、ガスケットのシールが効かなくなっており、漏れる分だけ絶縁油を補給して運転している状態。
- 132kV 油遮断器のコンタクトがルーズになっており、これが原因で爆発事故を経験している。順次、ガス遮断器に取替え中である。
- 33kV 回路の開閉器類、変圧器の老朽化が著しく、安定供給に大きな支障となっている。

これらの状況から、TANESCO は、スウェーデンの資金で上記変圧器と 33kV 回路の大改良工事を実施している。これにより、再び中心的な変電所として安定な供給が可能になろう。Ubungo S/S の改良工事が既に On going となっていることから、今回のプロジェクトの Scope から除外することとする。

(f) Kurasini S/S の採点結果

- (i) 変圧器 Bonar Long&Company(England 製)33/11kV、定格容量 5MVA、1979 年製

Table 5.1.17 Kurasini S/S 変圧器の劣化判定結果

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30年超過	25~30年	20~25年	-----	-----	-----	3
2 過負荷運転	事故時以外で、55%以上の過負荷1時間以上	-----	40~50%の過負荷で3時間程度	30~40%の過負荷で3時間程度	20~30%の過負荷で3時間程度	20%未満の過負荷で3時間以内	1 (過去に過負荷有り)
3 異音の有無	-----	-----	-----	異音有り	-----	異音無し	0
4 振動の有無	-----	-----	-----	大きな振動有り	-----	振動無し	0
5 本体漏油の有無	-----	-----	-----	上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	1
6 負荷時タップ切替器の漏油	-----	-----	-----	上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	1
7 負荷時タップ切替器の絶縁油性状	-----	-----	-----	-----	ろ線淨油器が無いが故障で絶縁油が劣化	-----	1
8 コンパクターの状態	-----	-----	-----	-----	コンパクターが損傷又は、機能しない。	異常なし	0
9 ブッシングの状態	-----	-----	-----	ブッシングが著しく破損している。	ブッシングが一部破損している。	異常なし	0
10 冷却装置の状態	-----	-----	-----	上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	異常なし	1
11 放圧装置の状態	-----	-----	-----	放圧装置の損傷	-----	異常なし	0
12 変流器の状態	-----	-----	-----	変流器が破損しているか、機能不能となっている。	-----	異常なし	0
13 計器類の状態	-----	-----	-----	-----	計器が破損しているか、機能不能となっている。	異常なし	1
14 合計	-----	-----	-----	-----	-----	-----	9

(ii) 油遮断器:South Wales 製 36kV、600A、12.5kA

Table 5.1.18 Kurasini S/S 油遮断器の劣化判定結果

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30年超過	25~30年	20~25年	-----	-----	-----	4
2 事故遮断回数(接触子の状態)	-----	-----	20回超過	13回~20回	10回~12回	-----	1(事故実績から推定)
3 負荷閉閉回数(接触子の状態)	-----	-----	-----	500回超過	400回~500回	-----	0
4 開閉操作不能の有無	開閉操作不能	-----	開閉操作不能の経験有り	-----	-----	不具合実績無し	0
5 不電状態の有無	接触子の不電状態による不電有り	-----	-----	-----	-----	不具合実績無し	0
6 遮断部内点検の有無	-----	-----	24年以上無し	18年以上無し	12年以上無し	-----	3
7 操作機構点検の有無	-----	-----	18年以上無し	12年以上無し	6年以上無し	-----	3
8 油漏れの有無	-----	-----	-----	油漏れ有り	-----	油漏れ無し	2
9 制御回路の状態	-----	-----	制御回路に異常有り	-----	-----	不具合無し	0
10 予備品確保の可否	-----	-----	-----	予備品確保不可能	-----	予備品確保可能	2
11 合計	-----	-----	-----	-----	-----	-----	15

(iii) 計器用変成器

計器用変成器のうち変流器については、油遮断器に内蔵されており、ストレスは少ないと考えられるが、使用期間が長く変圧器用の遮断器に使用されるものについては、遮断器の更新に合わせて更新を行う必要がある。

(iv) 屋外鉄構及び母線

屋外鉄構の機械的性能、母線用電線は問題ないと判断される。

(v) 送電線保護盤、機器保護盤及び制御盤

他の変電所と比べると、比較的良好な状況であり、132kV 変電所に昇圧時に更新することを検討する。

(vi) 配電線引出し用閉鎖配電盤(11kV 用キュービクル)

他の変電所と比べると、比較的良好な状況であり、132kV 変電所に昇圧時に更新することを検討する。

(vii) 制御用電源(直流電源装置:バッテリー)

他の変電所と比べると、比較的良好な状況であり、132kV 変電所に昇圧時に更新することを検討する。

(viii) 所内用変圧器

変圧器同様老朽化が進行しており、主要機器と合わせて更新が必要である。

(ix) まとめ

- 変圧器:製造が同時期で同一メーカーの City Center S/S と比較すると、これまでの運用がそれほど過酷でなかったのか、多少の漏油はあるが状態はかなりよい。132kV 昇圧時に再度評価し、必要であればその時期に更新を計画する。
- 遮断器:事故障害が多い機種であり、予備品がないことから早急に取り替える必要がある。
- 変流器:遮断器と同時に更新の必要がある。
- 計器用変圧器:主要機器更新工事や昇圧工事に合わせた実施を検討する。
- 屋外鉄構及び母線:主要機器更新工事や昇圧工事に合わせて実施することを検討する。
- 送電線保護、機器保護及び制御盤:主要機器更新工事や昇圧工事に合わせて実施することを検討する。
- 配電線引出し用閉鎖配電盤(11kV 用キュービクル):変圧器等主要機器の更新、増設時に更新することを検討する。
- 制御用電源(直流電源装置:バッテリー):主要機器更新工事や昇圧工事に合わせて

実施することを検討する。

- 所内用変圧器:主要機器と合わせて更新する必要がある。

(g) FZ I S/S の採点結果

FZ I S/S は、隣接する開閉所の整備、変電所内の変圧器設置等の工事が終了しており、設備の多くは、比較的新しいものとなっている。

しかしながら、配電線引出し用閉鎖配電盤(11kV 用キュービクル)は、電気事故のため焼損した盤が複数あり、予備品もないことから早急に更新の必要がある。

これにあわせて、制御盤、制御電源装置の更新も行う必要がある。

(h) Dar es Salaam におけるリハビリ対象設備のまとめ

既設設備の老朽化を評価した結果に、重要変電所として当然備えるべき必要な遮断器等を追加したことに伴う設備の改修を含めると以下のとおりとなる。

Table 5.1.19 Dar es Salaam 地区の変電所リハビリ案

変電所名	変圧器	母線	33/66kV 遮断器	11kV 遮断器	保護・制 御盤	制御補 機電源
Mbezi	×	×	×	×	×	×
Oysterbay	×	×	×	×	×	×
FZ II			×	×	×	×
City Center	×	×	×	×	×	×
Ubungo*	×	×	×	×	×	×
Kurasini			×			
FZ I				×	×	×

Ubungo S/S*については、既に On going のプロジェクトであることから、本 Project の対象外とする。

5.1.3 配電設備

(1) 営業区域毎の現状と問題点

Dar es Salaam の配電網は、4 区域に分割されて管理されていて、それぞれの区域に TANESCO の営業所がある。各営業所では配電設備の建設、維持管理、電気料金の徴収などを行っている。以下に営業区域ごとに配電設備の現状と問題点を記す。

(a) Kinondoni North Region

Mbezi 地区は特に一般住宅の建設が盛んで、これに伴う商店の進出件数も数多い。このため最近の需要増加は大きく、配電設備の増強が追いつかないため、電圧降下問題を発生している。この地区の電圧問題を正確に把握するため、需要家からのクレームが多く寄せられている地区の民家に電圧記録計を設置し、電圧の変動を測定した。測定結果を Fig.5.1.3 に示した。

この種の電圧問題は 11kV 配電線の延長を行い、柱上変圧器を負荷の中心部に設置することで、容易に解決することができるが、予算上の都合により資材調達に不十分であるため、対策が後手にまわっているのが現状である。

1986年に日本の援助で建設された Mikocheni S/S は、故障もなく順調に供給を続けてきたが、近隣に工場進出が相次いだため負荷が急増して過負荷状態にある。既設の敷地内にあるスペースを利用して主変圧器の増設を計画することが必要である。

TANESCO の事業所の中でも特に当地域において、柱上変圧器から絶縁油が抜き取られる事件が多く発生している。今年には既に 30 台以上の被害が出ている。変圧器下部のドレンバルブを溶接して防止対策としたが、根元のパイプに穴をあけられたりして効果は上がらず TANESCO は頭を痛めている。

配電変電所への 33kV 連系線による供給は、Mikocheni S/S は Ubungo S/S から、Oysterbay と Msasani S/S は Ilala S/S から、Mbezi S/S は Tegeta S/S からという形態が通常である。Ilala S/S からの供給に、Mikocheni S/S も加えるとピーク時に CB がトリップすることがある。また Tegeta S/S から Mbezi 経由で、Msasani S/S まで送電したが、Msasani 地区で低電圧問題を発生した。

(b) Kinondoni South Region

60 年代に建設された古い低圧配電線が多く残っている地区であり、早急な改修工事が求められている。配電網における技術的な問題は少ないので、資材調達さえできればすぐにも工事を行うことができる部分が多い。低圧配電網の改修工事は TANESCO 独自でも実施できるので、すぐにでも行うべきであるが、資金不足により資材調達が不十分な現状である。

Magomeni 地区の負荷増により、Tandale S/S(15MVA)では既に 14MVA 以上の負荷を記録しており、容量が限界に達する前に変電所新設、または主変圧器の追加が必要となる。同地区内に Kfw の資金により、新たに Magomeni S/S が建設される見込みとなったため、過負荷問題は解消されるものと期待されている。

(c) Ilala Region

旧 Ubungo-FZ III 線を利用して FZ III より Tabata 地区に供給しているが、線路の地絡事故が多い。オートリクレーザカセクションリフの設置を検討するのも、解決案のひとつと考えられる。Tabata 地区をはじめとして、新規に住宅建設が進められている地域では、低電圧問題が多く発生している。

FZ I-FZ III 連系線の一部は老朽化が進んでいること、接続不良箇所が多いことにより十分に送電できない状態にある。また、FZ III から供給すると Chang'ombe S/S で低電圧となってしまう。日本の援助により昨年 FZ III には 132kV が導入され、33kV 側には十分な供給力があるので、この線路を二回線化して Chang'ombe 地区の需要も取り込めるよう計画すべきである。

Ilala-FZ I 連系線は線下に民家が密集してしまい、車両が進入できず補修工事ができない状態となっている。電線の張替えも必要なので、新たにルートを選定し、大きいサイズの電線に張り替えて容量増を行うことを検討する必要がある。

(d)Temeke Region

Mbagala S/S は Buza、Tandika 地区にも供給しているため、過負荷状態となっている。本来 Mbagala S/S の供給エリアであるべき Buza、Vituka 地区は、同変電所からの 11kV 配電線建設が及ばず、FZ III S/S の F34 フィーダーから供給を受けている。しかし F34 が重過負荷となった場合には、柱上開閉器の操作により切離されてしまうので、新たな電源として Mbagala S/S からの配電線を建設する必要がある。

Kigamboni 地区の配電線は木柱の腐食が多く見られ、電線サイズも小さいので早急に改修工事を行う必要がある。TANESCO では Kigamboni 地区に 33kV 配電線を導入する計画としている。この計画により、劣化の著しい Kigamboni S/S と周辺の 11kV 線路を使用する必要がなくなり、大きな改善効果が期待できる。

Chang'ombe 地区の低圧網は老朽化が進んでいることと不完全な補修工事のため、線路事故が多い。全域にわたる改修計画があるが、資材の供給待ち状態である。

Yombo 地区においては、配電変電所からの 11kV 配電線が負荷中心部まで十分に延長されていないこと、需要家数および規模に比して柱上変圧器の設置台数が少ないことなどの理由により、電圧低下問題を生じていて、需要家から多くの苦情が寄せられている。この地区で電圧測定を行ったが、夜間のピーク時には 150V 以下が記録された。Fig.5.1.3 に測定の結果を示した。また、同地区で低電圧問題を発生している低圧回路の典型的な例を Fig.5.1.4 に示した。

Dar es Salaam 地区において Mikocheni S/S と Tandale S/S で負荷測定を行った。測定の結果を Fig.5.1.5 と Fig.5.1.6 に示した。

(2) 各設備の現状と問題点

調査対象地域における配電設備全体の現状と問題点は、次のように分析される。

(a) 高圧配電線

高圧配電線は3相3線11kVで、系統構成はループ点常時開放の樹枝状形態である。郊外地域の長距離配電線には33kVも採用されており、長距離線路による電圧降下に対する改善策を講じているケースもある。

Dar es Salaamでは各変電所から引き出されている11kVワイヤーの亘長は、一部を除いて3~7km程度と短く都市型配電線路の特徴を示している。

配電線の大部分は架空線路により構成されていて、地中ケーブル線路は稀である。首都 Dar es Salaam においても都市部にもかかわらず地中ケーブル線路は極めて少ない。昔は運用されていたケーブル線路が市内で多く見られるが、不完全な端末処理や保護が十分でないこと等の原因により事故を起こし、使用できないまま放置されている。そのような箇所では代わりに架空線路が建設されていて、供給を行っている。このように現状ではケーブル線路は幹線部分にはほとんど使用されていない。地中ケーブルが使用されているのは、変電所の引き出し口、大口需要家の引込み、道路横断、負荷への架空分岐が困難な箇所などである。

(i) 支持物および装柱

架空線路の支持物は市の中心部では鋼管柱が多く、それ以外はクロートにより防腐処理を施した木柱が使用されている。

装柱は水平配列、三角配列、二回線水平、二回線垂直など様々な方式が採用されている。

(ii) 碍子

通し柱ではピン碍子またはラインポスト碍子を使用し、角度柱と引留柱では磁器あるいはガラス製の250mmディスク碍子の2個連を使用している。33kV線路においても同様であるが、ディスク碍子は3個連で使用されている。

(iii) 電線およびケーブル

架空線路の電線は大部分がACSR 100 mm²であり、枝線部分と一部の老朽線路でACSR 50 mm²が使用されている。特にACSR 50 mm²が架線されている線路では、大幅な電圧降下の問題を生じているケースが多い。

地中ケーブルは35 mm²、70 mm²、90 mm²、120 mm²、185 mm²など多種が使用されている。端末処理は熱収縮タイプが主流であり、一部の老朽設備では鋳物タイプ

も見られる。ケーブルの敷設方式は直接埋設方式で、負荷のかかる道路横断箇所では、管路に引入れて保護を行っている。

(iv) 配電用変圧器

TANESCO が使用している配電用変圧器は、3相で容量は20kVA から1000kVA である。実際に設置されている変圧器は、200kVA 以上の比較的大きな容量の変圧器が大半を占めている。300kVA 程度以下の変圧器は、H柱上の変圧器台に設置されることが多い。容量の大きいものは地上に設置され、大半は充電部分の露出していないケーブルボックス型が採用されている。

変圧器の保護方式は、1次側のオープンブーズカットアウト、2次側のブーズカットアウトにより保護を行うシステムが標準となっている。地上置型の変圧器には低圧開閉器盤を設置して2次側の保護を行っている。

(v) 区分開閉器

Dar es Salaam では線路には区分開閉器が設置されているが、台数が少ないため効率的な負荷融通ができない。また、設置されている区分開閉器は、過負荷時の負荷切離しや輪番停電のために操作されていて、本来の目的である負荷融通のための開閉操作は行われていない。

(b) 低圧配電線

配電方式は中性点接地の3相4線式で、電圧は単相230V、3相400Vである。線路形態は3相4線または単相2線の樹枝状方式である。

(i) 支持物および装柱

Dar es Salaam の市街地では鋼管柱が、それ以外では木柱が使用されている。装柱は垂直配列方式であり、特別な場所を除いて水平配列は採用されていない。

(ii) 電線およびケーブル

ビニル被覆アルミ線が多く用いられており、サイズは100 mm²、50 mm²、25 mm²が主となっている。しかし、老朽設備ではAl 25 mm²、30 mm²、Cu 25 mm²、30 mm²をはじめとして多種の電線が混在していて、接続箇所の多いものを使用されている。さらにこのような電線では、経年劣化のため、絶縁電線であっても絶縁性能を失っているものや、接続箇所が腐食している場合が多く見られる。

配電網に設置されている配電用変圧器の容量が大きいため、低圧線の亘長が長くなる傾向にあり、電圧低下の主因となっている。さらに接続箇所が多い老朽電線による事故、極端な電圧変動も多く報告されている。

(c) 問題点

(i) 電線およびケーブルの接続

高低圧配電網において、特に電線の接続部分やケーブルの端末処理部分に不良が集中している。接続不良は電線の溶断、発熱による絶縁物の焼損などの事故原因となり、最終的には電圧異常を引き起こしている。

さらに、低圧配電線では相毎に異なる電線が使用されている箇所、異種電線を継ぎ足している箇所など不適切なケースが多く見られる。

適切な電線やケーブルを用いることは当然であるが、接続や端末処理においては正しい材料と工法により確実な施工を行う必要がある。

(ii) 配電用変圧器

設置されている変圧器の容量が大きいため、低圧線路の亘長が長くなり過ぎる傾向にある。このため電圧低下や変動問題を生じている。上位系統の影響による電圧問題もあるが、需要家から苦情が多数寄せられている電圧低下の大部分は、大容量変圧器の使用による低圧線路の長亘長化によるものであると考えられる。

(iii) 変圧器の保護装置

変圧器の保護開閉器が破損していたり、ヒューズが挿入されておらず銅線で短絡されているケースが多数見受けられる。このような箇所では過熱や焼損事故の痕跡が見られる。保護装置の不良は、設備に大きい損害を与えたり感電事故を引き起こす危険があり、早急な改善が求められる。

(iv) 系統構成

Dar es Salaam においては、11kV フィーダーを連系する区分開閉器の設置されている場所が適切ではないことと、設置台数が少ないことから、系統は十分に負荷融通ができる状態にない。市内の配電変電所の建設や整備拡充が進められ、フィーダー数も増加しているので、系統の強化とともに常開の区分開閉器を適切な位置に配置し、供給信頼度の向上を目指す必要がある。

(v) 設備計画

配電設備の拡張は計画的に進められてはいるが、変電所の新設・拡張計画と調和が取れていない。また、計画に対する方針や指針が確立されておらず、事業所毎に異なった手法により計画を行っている。現状では、資金不足により資材の調達が多分にできないため、予定通りに計画を実施できない場合が多い。このため過負荷運転により設備に損傷を与えることもあり、最悪の場合には焼

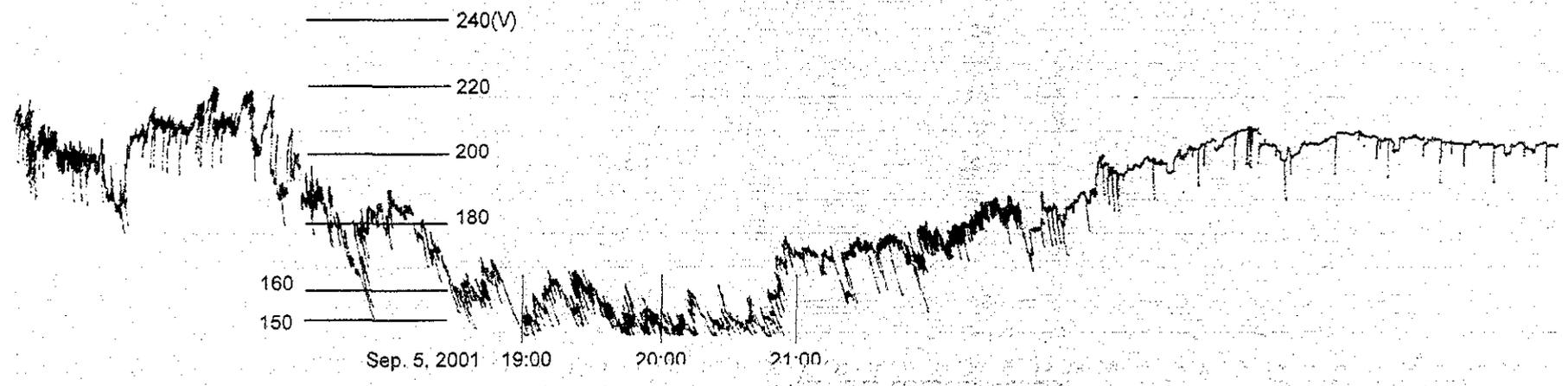
損などにより機器が使えなくなるケースも多発している。

(vi) 設備の保守

日常の保守点検業務は事故発生にいたるまで、ほとんど行われていないのが現状である。配電設備は公衆が容易に触れるような場所に設備されながら、電力を供給することになるため、公衆安全の確保と供給を両立する必要がある、保守点検業務はこのための最も基本的事項の一つである。一般に架空配電線路の保守点検は以下のように分類される。このような電気事業者としての基本事項を確実に実行できる組織を構築することが強く望まれている。

- 設備の不具合を早期に発見し、事項に至る前に除去するための巡視点検
- 最適電圧の維持、設備の有効利用、保護装置の動作を常時保証することを目的とした計測測定
- 事故発生時や危険要因発見時等の復旧ならびに処置
- 拡張計画や整備計画に対する設備データならびに情報の提供
- 上記の業務に関わる補足事項の実施

電圧測定記録-1 (Mbezi S/S 近傍の民家にて測定)



電圧測定記録-2 (Yombo Vituka 地区の民家にて測定)

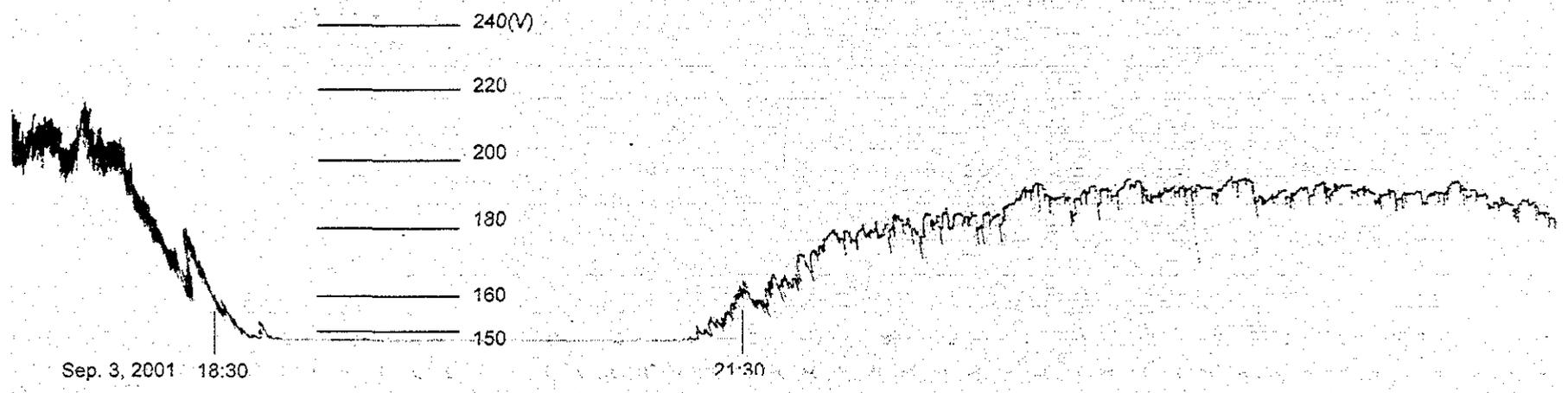


Fig.5.1.3 電圧測定記録

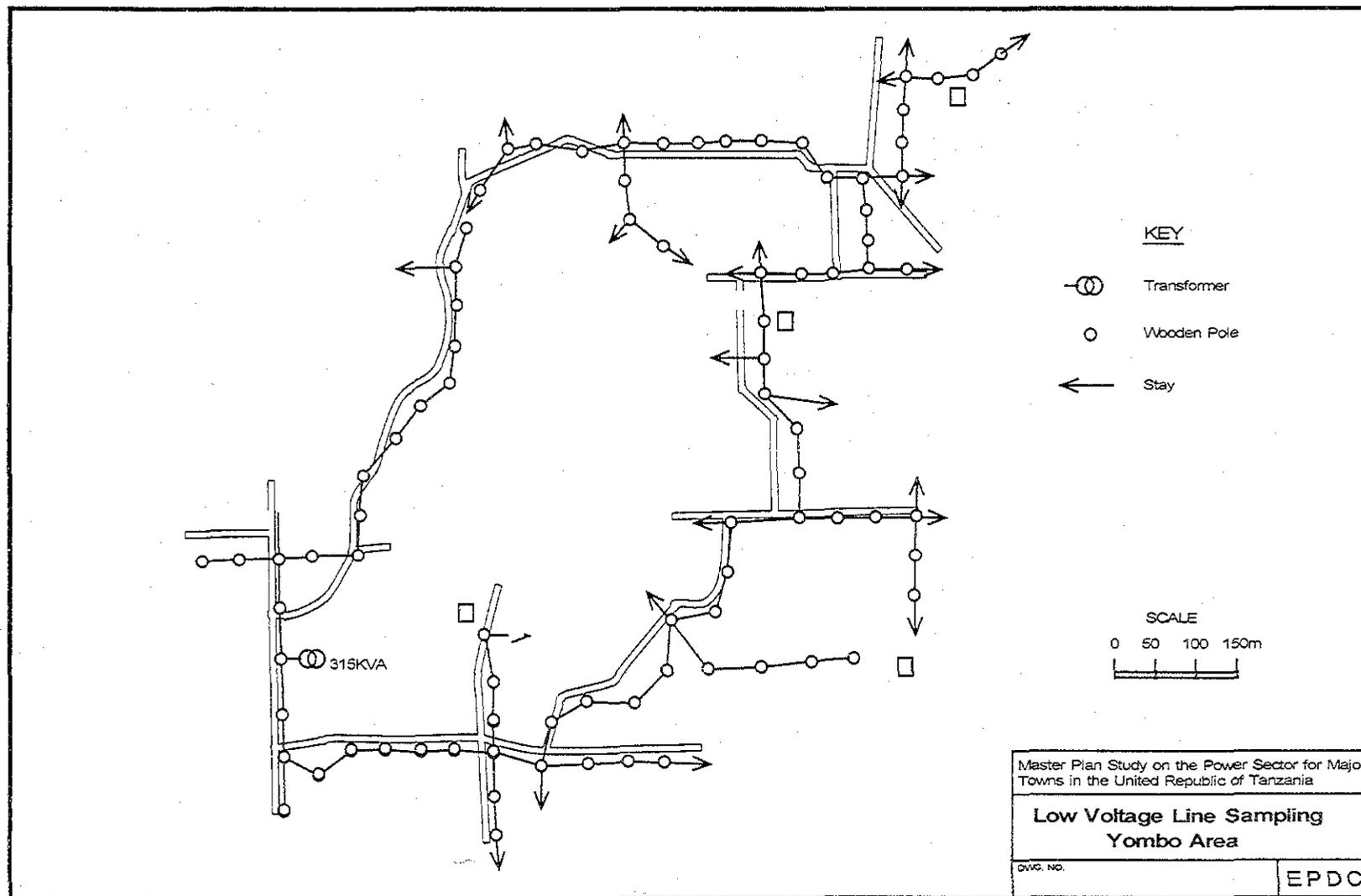


Fig.5.1.4 Yombo 地区低圧配電線サンプル調査

MIKOCHENI SS M4 FEEDER LOAD (Sep. 5 to 7, 2001)

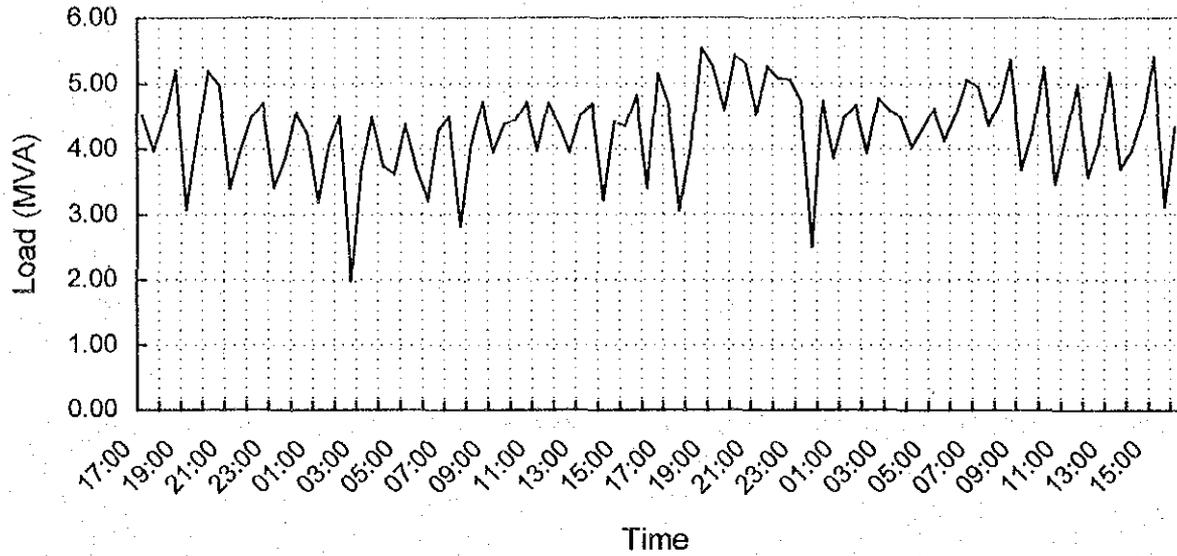


Fig.5.1.5 Mikocheni S/S M4 フェーダー (11kV) 負荷測定記録

TANDALE SS LOAD (Sep. 27 to 29, 2001)

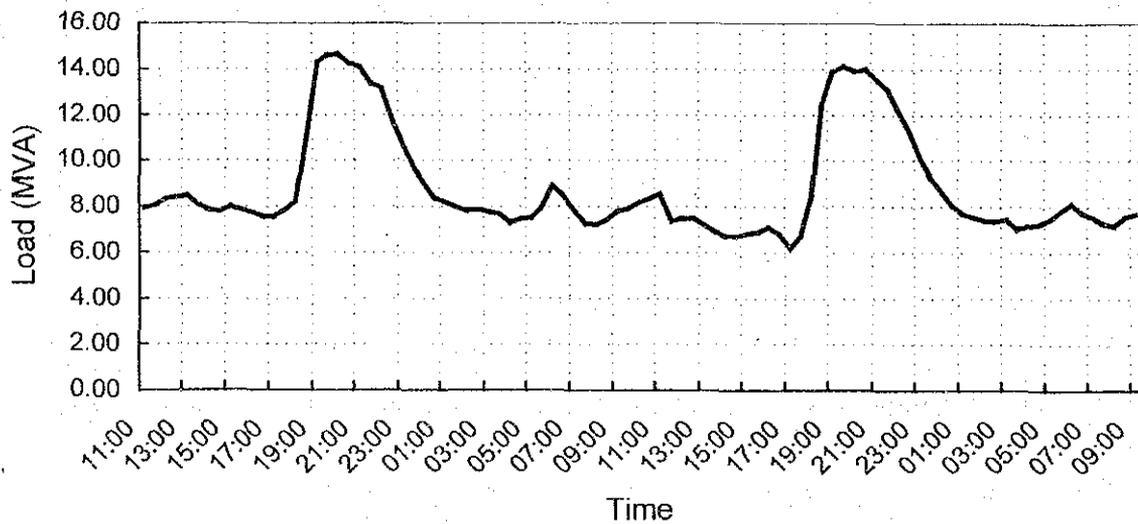


Fig.5.1.6 Tandale S/S 負荷測定記録

5.2 Arusha の現状と問題点、リハビリ案

5.2.1 送電設備

既設および計画中の送電設備について TANESCO 技術者と共に設備の現状、問題点、運用状況及び維持管理状況等について調査を行った。各地域の特徴を以下に記す。

(1) 既設送電線

(a) 132kV 送電線

Njiro - Kiyungi 132kV 送電線の現状は概ね良好であった。ただし、鉄塔塔脚の腐食防止用コーティングが、経年劣化により剥離して保護効果が低下している問題や、直線懸垂鉄塔に採用されている支線付鉄塔の支線が切断され、盗難に遭う問題があることから、定期的な巡視、点検、改修が不可欠であると思われる。以下に Arusha 地域の既設 132kV 送電線設備概要を示す。

Table 5.2.1 132kV 送電線の概要(Arusha)

線路名	亘長 (km)	回線数	鉄塔型	碍子仕様 (個/相)	電線仕様 (mm ²)	地線仕様 (mm ²)
Njiro-Kiyungi	70	1	水平配列支線付	10	ACSR 150	Steel 50

(b) 66kV 送電線

(i) Unga LTD(Arusha) - Kiyungi(Moshi)

- 3角配列1回線で支持物に木柱を使用しているが、経年劣化による木柱内部の腐食により、Kiyungi - Unga LTD の Arusha Office 保守範囲で 50% の木柱の交換が必要。
- 雨季に木柱下部が水没する地域では特に腐食が激しく、地盤の軟化で木柱が傾いており、仮支線、支柱で応急処置が施されている。
- 支線付木柱の支線と接地線の大半が切断され、盗難に遭っていることから、定期的な巡視、点検、改修が不可欠であると思われる。
- 現在、Kiyungi より Unga LTD へ向けて送電を行っている。最大送電容量は 4MW 程度。

Arusha 地域の既設 66kV 送電線設備概要を以下に示す。

Table 5.2.2 66kV 送電線の概要(Arusha)

線路名	亘長 (km)	回線数	支持型式	碍子仕様 (個/相)	電線仕様 (mm ²)	地線仕様 (mm ²)
Unga LTD-Kiyungi	78	1	三角配列木柱	6	ACSR 50	1/4' DIA

(c) 33kV 送電線

- Njiro S/S からの 33kV 線路は多くの部分で電線の取替えを行う必要がある。サイズが統一されているように見えるが、部分的に異線種や異サイズの電線が使用されているため損失が大きい。
- 雨季に地盤が緩むのか、あるいは電柱の埋め方が不十分である等の理由により、傾いている支持物が多い。原因をよく調査して適切な方法で補強すべきである。
- 33kV 配電線との共用線路が多いが、Usa River や Monduli 地区等のように町の規模も比較的大きく将来の負荷増が見込まれる地域では、同じ電圧でも送電線と配電線の区別をして不要な電圧問題の予防に備えるべきであろう。
- 支持物には木柱が使用されており、碍子は 3 個/相となっている。

以下に Arusha 地域の既設 33kV 送電線設備概要を記す。

Table 5.2.3 33kV 送電線の概要(Arusha)

線路名	亘長 (km)	回線数	電線仕様 (mm ²)	備考
Njiro-Mt. Meru	7.3	1	ACSR 100	
Njiro-Themi	2.1	1	ACSR 100	
Themi-Tengeru	9.8	1	ACSR 100	
Tengeru-KIA Tap	22.7	1	ACSR 100	
Njiro-Unga LTD	5.8	1	ACSR 100	
Unga LTD-Kiltex	1.5	1	ACSR 100	

(2) 計画送電線

(a) 132kV 送電線

(i) Njiro - Kiyungi(2 回線設計・当初 1 回線架線、新設、導体 ACSR 240mm²、亘長 70km)

Njiro - Kiyungi に 132kV 送電線を新設し、供給信頼度を上げる。既設送電線は 1 回線専用鉄塔が使用されているが、ここでは、Dar es Salaam と同様に 2 回線仕様の四角型鉄塔を適用して、当初は 1 回線で運用し、必要に応じて 2 回線化できるようにする。

(b) 66kV 送電線

Arusha 地域の送電設備拡張は 132kV と 33kV により行うものとし、66kV 送電線新設は考慮しないこととした。また、既設 Unga LTD - Kiyungi 66kV 送電線は、Njiro - Kiyungi 132kV 送電線増強後、廃止するものとした。詳細は 6.3.3 参照のこと。

(c) 33kV 送電線

Arusha 地域の送電線拡張計画は、7.2.3 (1) (b) 参照のこと。

5.2.2 変電設備

(1) Arusha における現状と問題点

Arusha の既設変電所の現状は、1990 年代に運用開始となった Mt. Meru のような新しい変電所を除けば、全体的に老朽化が進行しているといえる。特に、33kV 設備の老朽化が著しいことが特徴で、直接配電線に供給する回路の早期改修が望まれる。

総体的には、以下のとおりである。

- 変圧器については、本体がスットの複数箇所からおびただしい漏油が確認できるものなど、程度の差はあるが、ほとんどのものから漏油が確認できる。
- 屋外開閉器の内、最も重要な遮断器では、油遮断器の遮断部のコンタクト不良及び、操作回路の老朽化が激しく、遮断器としての機能を有していないものが数多くある。
- 屋外鉄構及び母線についても、一部の変電所では母線としての管理がなされていないものもあり、主要機器の更新と合わせて改修する必要があるものもある。
- 送電線保護盤、機器保護盤及び制御盤については、外観上かなり老朽化が進行していると判断される。メーター類で表示が不十分なものもあり、既に更新時期を迎えているものが大半である。
- 室内の 11kV 用キュービクルについては、電気事故による火災が、多くの変電所で発生している。これに加え、屋外用遮断器と同様遮断部のコンタクトの消耗が激しく取替えを要するものが多い。しかしながら、既に部品のスペアパーツがないため、予備回線のものを用いて補修を行っているが現状であり、この予備部品も不足しているため、運転及び保守に大きな障害となっている。
- 制御用電源については、設置時期が屋外遮断器あるいは、11kV 閉鎖配電盤の設置と同時期のもののため、ほとんどのバッテリーが機能していないものもあり、この充電器の出力を直結して使用しているのと同様であり、リップル分による機器への悪影響も懸念される。
- 所内用変圧器についても、運用開始時期から使用しているものが、多く改修が必要とされるものが多い。

以下に、更新が必要と判断される変電所毎に、機器の老朽劣化を評価し、対象設備を整理する。なお、評価の方法は、Dar es Salaam と同様な方法で行うこととする。

(2) Njiro S/S の採点結果

Njiro S/S は、Arusha 地区の中心変電所であり、唯一 220kV、132kV 送電線を引き込んでいる。Arusha 地区の全ての電気はこの変電所から、33kV 回路で供給されている。すなわち、Arusha 地区の電気の安定供給は、Njiro S/S 設備の整備にかかっていることとなる。

(a) 変圧器

主要変圧器は、220kV/132kV、60MVA が 2 台と、132kV/33kV、20MVA が 2 台設置されている。前者は新しいことに加え、Arusha 地区、Moshi 地区の現在までの負荷が小さいことから全く問題ない。後者の変圧器も漏油もさほど見られないことから、現状は問題ないが、今後も変圧器を増設することで過負荷を回避すれば、ある程度の長期間使用が期待できる。

(b) ガス遮断器(132kV 用)

Alstom、Atlantique 製、145kV、2000A、25kA 1981 年製

Table 5.2.4 Njiro S/S ガス遮断器の劣化判定結果

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30 年超過	25~30 年	20~25 年	15~20 年	10~15 年	5~10 年	3
2 事故遮断回数(接触子の状態)	---	---	40 回超過	30 回~40 回	10 回~30 回	---	0
3 負荷開閉回数(接触子の状態)	---	---	---	1000 回超過	500 回~1000 回	---	0
4 開閉操作不能の有無	開閉操作不能	---	開閉操作不能の経験有り	---	---	不具合実績無し	0
5 不完全通電状態の有無	接触子の不具合による不完全通電有り	---	---	---	---	不具合実績無し	0
6 遮断部内部点検実施の有無	---	---	24 年以上無し	18 年以上無し	12 年以上無し	---	2
7 操作機構点検実施の有無	---	---	18 年以上無し	12 年以上無し	6 年以上無し	---	3
8 ガス漏れの有無	ガス漏れ有り	---	---	---	過去に有り	ガス漏れ無し	0
9 制御回路の状態	---	---	制御回路に異常有	---	---	不具合無し	3
10 予備品確保の可否	---	---	---	予備品確保不可能	---	予備品確保可能	2
11 合計							12

(c) 油遮断器

36kV、1250A、12.5kA Alstom 製、1981 年製

Table 5.2.5 Njiro S/S 油遮断器の劣化判定結果

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30年超過	25~30年	20~25年	-----	-----	-----	3
2 事故遮断回数(接触子の状態)	-----	-----	20回超過	13回~20回	10回~12回	-----	3(事故実績から推定)
3 負荷開閉回数(接触子の状態)	-----	-----	-----	500回超過	400回~500回	-----	0
4 開閉操作不能の有無	開閉操作不能	-----	開閉操作不能の経験有り	-----	-----	不具合実績無し	0
5 不完全通電状態の有無	接触子の不具合による通電不有	-----	-----	-----	-----	不具合実績無し	0
6 遮断部内点検実施の有無	-----	-----	24年以上無し	18年以上無し	12年以上無し	-----	2
7 操作機構点検実施の有無	-----	-----	18年以上無し	12年以上無し	6年以上無し	-----	3
8 油漏れの有無	-----	-----	-----	油漏れ有り	-----	油漏れ無し	2
9 制御回路の状態	-----	-----	制御回路に異常有	-----	-----	不具合無し	0
10 予備品確保の可否	-----	-----	-----	予備品確保不可能	-----	予備品確保可能	2
11 合計							15

(d) 計器用変成器

更新ではないが、132kV/33kV 変圧器の1次側に変流器がないことから、変圧器保護ができない。

(e) まとめ

ガス遮断器: 132kV/33kV 変圧器用遮断器操作箱内の操作油の漏油がおびただしいことに加え、点検がなされていないことによる操作不能が懸念される。早期に取替えが必要と思われる。

油遮断器: 33kV 油遮断器は、コタ外の消耗、油漏れなど信頼度に著しく欠けるものである。更に、補修用部品も入手できないことから、早期に取り替えを要する。

変流器: 132kV/33kV 変圧器1次側変流器は、運開時には設置されていたが、何らかの理由で撤去されたものである。変圧器保護には不可欠なことから、再度設置する必要がある。これに、合わせて、変圧器保護盤も調査の上、設置する必要がある。

(3) Unga LTD. S/S

Unga Ltd. S/S については、変圧器をはじめ、油遮断器等運開以来から長期間使用された設備や、他の変電所で不要となった変圧器などを使用していることから、全ての変電機器が老朽化している。これらの設備は、性能低下や劣化が著しく、補修も不可能と判断されるため、電力の安定供給としての信頼度レベルを維持することはできない。このことから全設備を更新することで計画を進めることとする。

(4) Kiltex S/S

Kiltex S/S も Unga LTD. S/S 同様、機器の老朽化が著しい。設備の老朽化に加え、バングラシムによる機器、建屋の破損もひどい、変圧器の碍子類は投石によるものと思われる破損がひどい。また、遮断器の操作機構が完全にこわれており、診断を行うレベルではない。このことから、全設備を更新することで計画を進めることとする。

(5) まとめ

Arusha 地域内のリハビリ対象変電所における更新設備は以下のとおりである。

Table 5.2.6 Arusha 地区の変電所リハビリ案

変電所名	変圧器	母線	132/33kV 遮断器	11kV 遮断器	保護・制 御盤	制御補 機電源
Njiro			×			
Unga LTD	×	×	×	×	×	×
Kiltex	×	×	×	×	×	×

5.2.3 配電設備

Arusha 地区の電力設備は全体的に老朽設備が多く、様々な支障を抱えながら供給を行っている。一次変電所である Njiro S/S は、北部連系系統 132kV と全国連系系統 220kV に接続されていて、十分な供給能力を有しているのであるが、132kV/33kV 変圧器の容量が不足しているため配電設備に十分な電力を供給することができない。

この不足を補うべく TANESCO は老朽化が著しい 66kV 送電線により、Nyumba ya Mungu 発電所からの電力を受電し、11kV 配電線で市内へ供給している。しかし、66kV 送電線は、支持物の倒壊や碍子装置の劣化箇所が多く、電線サイズも小さいため、容量不足を補うまでには至っておらず、今後も多くは期待できない状況にある。

配電網ではこのような変電容量の不足の他、11kV で運用されている長距離配電線の電圧降下が問題となっている。特に電圧降下の大きい長距離配電線である Monduli 線(32km)と Usa River 線(26km)は 33kV 昇圧工事が進められていて、完成後は Njiro S/S に接続される計画とされている。

しかし、Njiro S/S の 132/33kV 変圧器は、前述の通り既に過負荷の状態にあって、新たな 33kV 線路に対する供給余力はない。このため長距離配電線の 33kV 昇圧計画が予定通りに進められたとしても、当面は 11kV での運転しかできないため、十分な改善効果を発揮することができないことになってしまう。従って Njiro S/S の 33kV 供給能力の増強を最優先で実施し、配電設備に対する供給容量を確保した後、本格的な配電網整備計画を進めて行くことが必要となる。

Njiro S/S の 33kV 側は既に過負荷となっている現状であり、これを解消できない場合は変電機器の焼損事故を防止するため、強制停電などの供給制限を行う必要に迫

られたり、Monduli 地区や Usa River 地区の電圧低下問題が解決されないままになってしまう恐れがある。

Arusha の高圧配電線は Dar es Salaam と同様 3 相 3 線方式で、市内では 11kV、郊外では 33kV が採用されている。各変電所から引き出されている 11kV ファイダーの直長は、都市型の Dar es Salaam が 3~7km 程度であるのに対して 16km 程度と長い。配電ファイダーの負荷電流が平均化されていないのは、Dar es Salaam と同様である。架空線路は老朽設備で Cu 25 mm² や 16mm² などが使用されている箇所も多く残っているため、電圧問題をはじめ電線の容量不足や劣化に起因する問題が数多い。また、線路には区分開閉器はほとんど設置されていない。このため供給エリアの変更や輪番停電を行う必要が生じた場合には、線路のジャンパー線を手作業で開放あるいは接続して対応している。

配電網は変電所の増強に応じて順次新設あるいは改修・増強を行うことになる。この地区での特殊事情として土地問題があり、新設線路の用地確保が難しいため、工事を行う線路は最初から二回線装柱としておくことも必要である。また、配電用変圧器の設置場所にも困る場合を考慮して、小型の変圧器を柱上に設置し、低圧網に供給する方式も検討が必要である。

Arusha 地区において Njiro S/S、Mt. Meru S/S および Unga LTD S/S で負荷測定を行った。測定の結果を Fig.5.2.1~Fig.5.2.3 に示した。Arusha 地域の配電設備の現状と問題点は、前項 5.1.3 に述べた通りである。

NJIRO SS 33KV FEEDER TOTAL LOAD (Sep. 24, 2001)

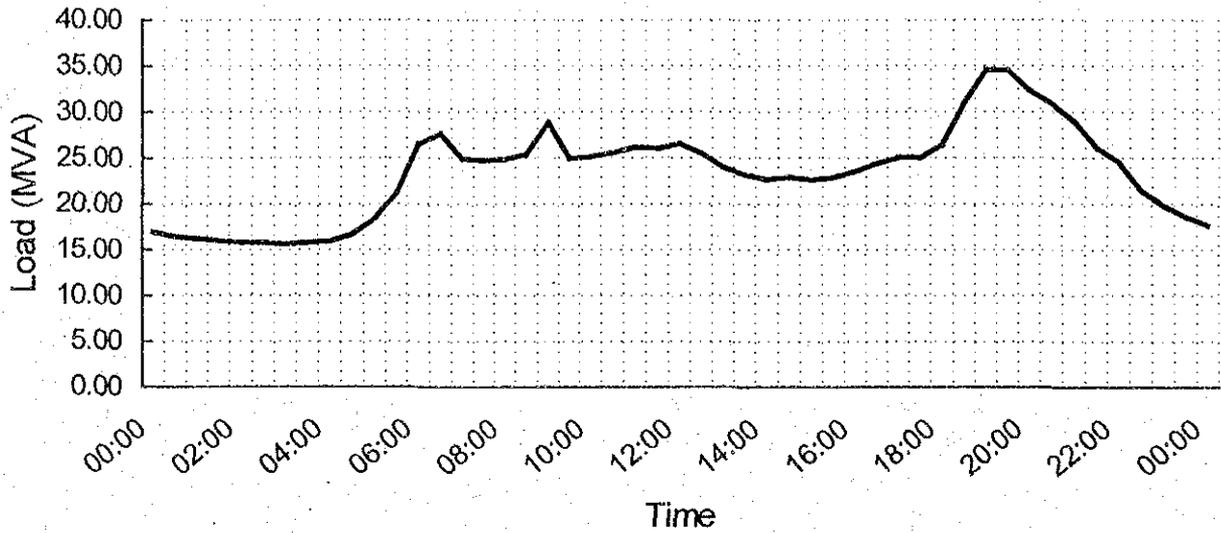


Fig.5.2.1 Njiro S/S 33kV フィーダー負荷測定記録

MT MERU SS LOAD (Sep. 19 to 22, 2001)

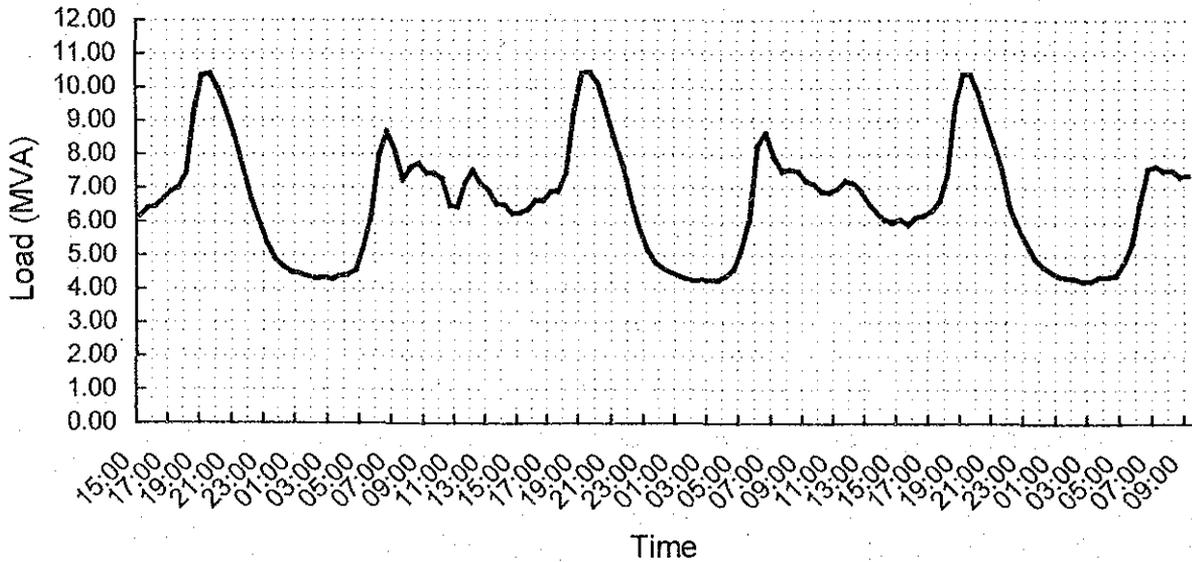


Fig.5.2.2 Mt. Meru S/S 負荷測定記録

**Unga LTD SS LOAD
(Sep. 20 to 22, 2001)**

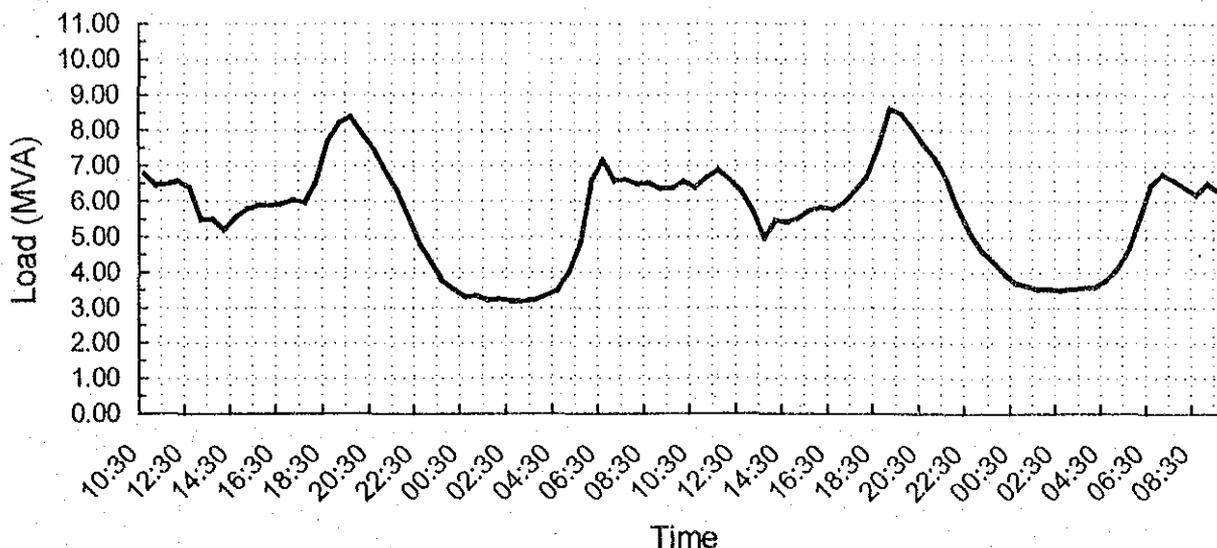


Fig.5.2.3 Unga LTD S/S 負荷測定記録

5.3 Moshi の現状と問題点、リハビリ案

5.3.1 送電設備

既設および計画中の送電設備について TANESCO 技術者と共に設備の現状、問題点、運用状況及び維持管理状況等について調査を行った。各地域の特徴を以下に記す。

(1) 既設送電線

(a) 132kV 送電線

(i) Njiro - Kiyungi

当該送電線の現状は 5.2.1(1)(a)に記載の通り。

(ii) Kiyungi - Same

Kiyungi - Same 132kV 送電線の現状は概ね良好であった。ただし、Njiro - Kiyungi 132kV 送電線同様、鉄塔塔脚の腐食防止用コルゲートが経年劣化により剥離して保護効果が低下している問題や、直線懸垂鉄塔に採用されている支線付鉄塔の支線が切断され、盗難に遭う問題があることから、定期的な巡視、点検、改修が不可欠であると思われる。

以下に Moshi 地域の既設 132kV 送電線設備概要を示す。

Table 5.3.1 132kV 送電線の概要(Moshi)

線路名	亘長 (km)	回線数	鉄塔型	碍子仕様 (個/相)	電線仕様 (mm ²)	地線仕様 (mm ²)
Hale-Same	173	1	水平配列支線付	10	ACSR 150	Steel 50
Same-Kiyungi	102	1	水平配列支線付	10	ACSR 150	Steel 50

(b) 66kV 送電線

(i) Unga LTD(Arusha) - Kiyungi(Moshi)

- 送電線仕様、問題点は 5.2.1(1)(b)(i)に記載の通り。
- 経年劣化による木柱内部の腐食により、Unga LTD - Kiyungi の Moshi Office 保守範囲で 50%の木柱の交換が必要。

(ii) Nyumba ya Mungu - Kiyungi

- 本線路は Nyumba ya Mungu P/S から最大 8MW を送電する引出送電線となっているため、定期的な保守作業が必要であると思われる。
- 経年劣化による木柱内部の腐食により 25%の木柱の交換が必要。

以下に Moshi 地域の既設 66kV 送電線設備概要を示す。

Table 5.3.2 66kV 送電線の概要(Moshi)

線路名	亘長 (km)	回線数	支持型式	碍子仕様 (個/相)	電線仕様 (mm ²)	地線仕様 (mm ²)
NYM-Kiyungi	53	1	三角配列木柱	6	ACSR 50	1/4' DIA

(c) 33kV 送電線

- Kiyungi からの Rombo フィーダー(K50)は亘長が 122km あり、途中、Himo や Marangu にも電力供給を行っているため、フィーダー末端の需要家において電圧低下や供給信頼度面での問題がある。
- Kiyungi - 配電用変電所、Same - Gonja、Nyumba ya Mungu - Mwangi を結ぶ送電線の導体は ACSR100mm² で統一されているが、配電用変電所で分岐するフィーダー(例:Rombo フィーダー、Machame フィーダー等)は様々な材質、サイズの導体が混在し、また、導体接続作業にも問題があるため、送電損失が大きい。
- 支持物には木柱が使用されており、碍子は 3 個/相となっている。

以下に Moshi 地域の既設 33kV 送電線設備概要を記す。

Table 5.3.3 33kV 送電線の概要(Moshi)

線路名	直長 (km)	回線 数	電線仕様 (mm ²)	備考
Kiyungi-Trade school	10	1	ACSR 100	
Kiyungi-Boma Mbuzi	7	1	ACSR 100	
Trade school-Machame	22.2	1	ACSR 100	
Kiyungi-Boma Ngombe	25.1	1	ACSR 100	
Boma Ngombe-Lawate	15.3	1	ACSR 100	
Boma Ngombe-KIA Tap	22.2	1	ACSR 100	
KIA Tap-KIA	3	1	ACSR 100	
NYM-Mwanga	27.3	1	ACSR 100	
Same-Gonja	50	1	ACSR 100	
Boma Mbuzi-Marangu	27.9	1	ACSR 100	
Kiyungi-TPC	5	1	ACSR 100	

(2) 計画送電線

(a) 132kV 送電線

- Kilimanjaro 地域北部に電力供給するため TANESCO より提案のあった、Kiyungi - KCMC(Kilimanjaro Christian Medical Center)132kV 送電線は電力需要想定の結果、33kV 送電線で代替することとした。詳細は 6.3.3 参照のこと。

(b) 66kV 送電線

- 既設 Unga LTD - Kiyungi 66kV 送電線については 5.2.1 (2) (b) に記載の通り。
- 既設 33kV Rombo フィーダー (K50) の電圧問題を解消するため TANESCO より提案のあった、Kiyungi - Marangu 66kV 送電線ルートについて現地調査を行った。平地部は雨期に水没する地域があり、鉄塔基礎地盤が悪いと考えられる。山岳部は道路がないためルートを確認できなかった。Surveyor の話では、概算で約 9km~15km の工事用道路を新設する必要があるとのことであった。
- 電力需要想定結果より、Marangu 方面の電力需要は将来においても大幅な増加が見込まれないこと及び送電線建設のための仮設工事を勘案し、当該送電線は 33kV 送電線で代替することとした。

(c) 33kV 送電線

Moshi 地域の送電線拡張計画は、7.2.3 (1) (b) 参照のこと。

5.3.2 変電設備

(1) Moshi における現状と問題点

Moshi (Kilimanjaro) の既設変電所の現状は、Kiyungi をはじめ重要な変電所の多くが、運用以来の設備がそのまま残っていることもあり、全体的に老朽化が進行しているといえる。特に、66kV、33kV 設備の老朽化が著しいことが特徴で、これら設備の早期改修が望まれる。

総体的には、以下のとおりである。

- 変圧器については、本体がスクットの複数箇所からおびただしい漏油が確認できるものなど、程度の差はあるが、ほとんどのものから漏油が確認できる。
- 屋外開閉器の内、最も重要な遮断器では、油遮断器の遮断部のコンタクト不良及び、操作回路の老朽化が激しく、遮断器としての機能を有していないものが数多くある。
- 一部の変電所では、母線の構成が充分なされていないことから、主要機器の更新と合わせて改修する必要があるものもある。
- 送電線保護盤、機器保護盤及び制御盤については、外観上かなり老朽化が進行していると判断される。メーター類で表示が不十分なものもあり、既に更新時期を迎えているものが大半である。
- 室内の11kV用キュービクルについては、他の箇所で見られるような、電気事故による火災はないが、多くの変電所で老朽化している設備がある。これに加え、屋外用遮断器と同様遮断部のコンタクトの消耗が激しく取替えを要するものが多い。しかしながら、既に部品のスペアパーツがないため、予備回線のものを用いて補修を行っているが現状であり、この予備部品も不足しているため、運転及び保守に大きな障害となっている。
- 制御用電源については、ほとんどのバッテリーが機能していない。
- 所内用変圧器についても、運用開始時期から使用しているものが、多く改修が必要とされるものが多い。

以下に、更新が必要と判断される変電所毎に、機器の老朽劣化を評価し、対象設備を整理する。なお、評価の方法は、Dar es Salaam と同様な方法で行うこととする。

(2) Kiyungi S/S の採点結果

Kiyungi S/S は、Moshi 地区の中心変電所であり、唯一 132kV 送電線を引き込んでいる。Moshi 地区のほとんどの電気はこの変電所から、33kV 回路で供給されている。すなわち、Moshi 地区の電気の安定供給は、Moshi 変電所設備の整備にかかっていることとなる。

(a) 変圧器

主要変圧器は、132kV/66kV、15MVA1 台と、132kV/33kV、20MVA1 台が設置され、132kV/66kV の 2 次側に 66/33kV、5MVA2 台と、位相が異なる 66/33kV、10MVA1 台が変則的に接続されている。

1 次側 132kV の変圧器の状態は比較的良好と判断されるが、66/33kV の変圧器は、漏油等が確認できる。

以下に変圧器の劣化評価を記載する。

(i) 変圧器 South Wales Switchgear 66/33 k V、定格容量 5MVA、1967 年製 2 台

Table 5.3.4 Kiyungi S/S 変圧器の劣化判定結果 1

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30 年超過	25~30 年	20~25 年	-----	-----	-----	5
2 過負荷運転	事故時以外で、55%以上の過負荷 1 時間以上		40~50%の過負荷で 3 時間程度	30~40%の過負荷で 3 時間程度	20~30%の過負荷で 3 時間程度	20%未満の過負荷で 3 時間以内	1 (過去に過負荷有り)
3 異音の有無	-----	-----	-----	異音有り	-----	異音無し	0
4 振動の有無	-----	-----	-----	大きな振動有り	-----	振動無し	0
5 本体漏油の有無				上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	1
6 負荷時タップ切替器の漏油				上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	1
7 負荷時タップ切替器の絶縁油性状					活線浄油器が無いが故障で絶縁油が劣化		1
8 コンパクターの状態					コンパクターが損傷又は、機能しない。	異常なし	0
9 ブリッジの状態				ブリッジが著しく破損している。	ブリッジが一部破損している。	異常なし	0
10 冷却装置の状態				上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	異常なし	1
11 放圧装置の状態				放圧装置の損傷		異常なし	0
12 変流器の状態				変流器が破損しているか、機能不能となっている。		異常なし	0
13 計器類の状態					計器が破損しているか、機能不能となっている。	異常なし	1
14 合計							11

(ii) 変圧器 South Wales Switchgear 66/33 k V、定格容量 10MVA、1967 年製

Table 5.3.5 Kiyungi S/S 変圧器の劣化判定結果 2

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果
	5	4	3	2	1	0	
1 使用年数	30 年超過	25~30 年	20~25 年	-----	-----	-----	5
2 過負荷運転	事故時以外で、55%以上の過負荷 1 時間以上		40~50%の過負荷で 3 時間程度	30~40%の過負荷で 3 時間程度	20~30%の過負荷で 3 時間程度	20%未満の過負荷で 3 時間以内	0
3 異音の有無	-----	-----	-----	異音有り	-----	異音無し	0
4 振動の有無	-----	-----	-----	大きな振動有り	-----	振動無し	0
5 本体漏油の有無				上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	2
6 負荷時タップ切替器の漏油				上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	漏油無し	1
7 負荷時タップ切替器の絶縁油性状					活線浄油器が無いが故障で絶縁油が劣化		1
8 コンパクターの状態					コンパクターが損傷又は、機能しない。	異常なし	0
9 ブリッジの状態				ブリッジが著しく破損している。	ブリッジが一部破損している。	異常なし	0

第5章 送変配電設備の現状と問題点ならびにリハビリ案

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果	
	5	4	3	2	1	0		
10	冷却装置の状態				上部箇所を含む複数箇所から大量の漏油あり	かなりの漏油はあるが、上部からは無い。	異常なし	1
11	放圧装置の状態				放圧装置の損傷		異常なし	0
12	変流器の状態				変流器が破損しているか、機能不能となっている。		異常なし	0
13	計器類の状態					計器が破損しているか、機能不能となっている。	異常なし	1
14	合計							11

(b) 油遮断器 36kV、1250A、12.5kA 及び 72.5kV、1200A、CGE 又は S.Wales 製、1967 年製

Table 5.3.6 Kiyungi S/S 油遮断器の劣化判定結果

項目	老朽劣化度/経年劣化度/性能低下度(点数)						採点結果	
	5	4	3	2	1	0		
1	使用年数	30年超過	25~30年	20~25年	—	—	—	5
2	事故遮断回数(接触子の状態)	—	—	20回超過	13回~20回	10回~12回	—	2 (事故実績から推定)
3	負荷開閉回数(接触子の状態)	—	—	—	500回超過	400回~500回	—	0
4	開閉操作不能の有無	開閉操作不能	—	開閉操作不能の経験有り	—	—	不具合実績無し	0
5	不完全状態の有無	接触子の不具合による完全通電有り	—	—	—	—	不具合実績無し	0
6	遮断部内点検実施の有無	—	—	24年以上無し	18年以上無し	12年以上無し	—	3
7	操作機構点検実施の有無	—	—	18年以上無し	12年以上無し	6年以上無し	—	3
8	油漏れの有無	—	—	—	油漏れ有り	—	油漏れ無し	2
9	制御回路の状態	—	—	制御回路に異常有り	—	—	不具合無し	0
10	予備品確保の可否	—	—	—	予備品確保不可能	—	予備品確保可能	2
11	合計							17

(c) その他機器：制御電源装置遮断器と一体のものから、取替えを考慮する。

(d) まとめ

変圧器： 変圧器については、経年劣化に加え漏油も発生し、ほぼ寿命と判断される。これに加え、今後の需要の増加に伴う過負荷を想定すると、増設を早急に行う必要がある。

油遮断器： 33kV 油遮断器は、コソ外の消耗、油漏れなど信頼度に著しく欠けるものである。更に、補修用部品も入手できないことから、早期に取り替えを要する。

(3) Boma Mbuzi S/S

Boma Mbuzi S/Sについては、変圧器は、比較的状态は良好である。しかしながら、油遮断器については事故が多発しており、線路用については、他の変電所からの流用して使用しているが、負荷開閉すら満足にできないものである。これについては、早急に取替える必要がある。

油遮断器： 線路用を早急に更新する。また、変圧器用に専用の遮断器が必要となる。

制御電源装置： 現在バッテリー完全に機能していないことから、遮断器の更新に合わせて更新する必要がある。

保護装置： 変圧器に遮断器を追加する工事に合わせて、更新する。

(4) Trade School S/S

Trade School S/Sについては、機器の老朽化が著しいのに加え、変圧器が焼損事故を起こした。また屋外の油遮断器も老朽化しており、著しく信頼度に欠けるものとなっている。さらに、Trade School S/Sは、その位置関係から今後は、Moshi地区の33kV系統拡張の要となることから、更新に合わせ敷地の拡張をも含む、抜本的な整備を行う必要がある。

このため、ほぼ全設備の改修を計画することが得策と考える。

(5) Same S/S

Sameについては、変圧器の負荷が非常に軽いこともあり、状態は問題ないと判断できる。ただし、33kVの油遮断器は、コンタクトに共通する問題があり、早期に更新する必要がある。

さらに、本来有るべき変圧器1次側の遮断器がないことから、Same S/Sの機器の故障を除去できないため、Moshiの全系統に波及することになる。このため、遮断器を追加する必要がある。これに合わせて、現在操作不能となっている線路用断路器の更新も必要となる。

(6) まとめ

Moshi地域内のリハビリ対象変電所における更新設備は、以下のとおりである。

Table 5.3.7 Moshi地区の変電所リハビリ案

変電所名	変圧器	母線	132、66、33kV遮断器	11kV遮断器	保護・制御盤	制御補機電源
Kiyungi	×	×	×		×	×
Boma Mbuzi			×	×	×	×
Trade School	×	×	×	×	×	×
Same			×		×	

5.3.3 配電設備

Moshi 地区の電力設備も Arusha 同様に、全体的に老朽設備が多く、様々な支障を抱えながら供給を行っている。Moshi 地域は市内の他、Kilimanjaro 国際空港および周辺町村、Kilimanjaro 山麓および山間の町村、Same 地区等、配電エリアが広範囲に散在しているため長距離配電線路が多く、電圧降下や電力損失問題を抱えている。特に Kilimanjaro 山登山口の Marangu 地区を経て Rongai に至る 33kV 線路は、線路亘長が 130km 以上あり末端部には製材所が存在するため電圧降下が危惧されており、適切な改善計画を検討する必要がある。

既設変電設備の供給能力が不十分であることが原因で、配電線路は不自然な形態を取っているケースが多く、供給支障を発生している。このため当地区の一次変電所である Kiyungi S/S の拡充を待って、配電幹線の拡張・強化を行うことが必要となる。特に 33kV フィーダーの K20 と K50 は重要度と緊急性が高く、Moshi 市内や Rombo/Marangu 地区の配電設備拡充を計画する上で、これらの増強は欠かすことができないものである。

Moshi および Same 地域の配電設備では長期間におよぶ過負荷運用と、負荷の偏りによる機器焼損の痕跡が多数見受けられる。このような事故の多くは、変電所内の遮断器が正しく動作していれば防止できた可能性が大きい。資金不足のために遮断器を設置できずに放置されている所が多く、保護機能は極めて不十分な状況となっていて、危険な状態にある箇所も多い。さらに Trade School S/S のように、長期間にわたって過負荷や度重なる設備事故にさらされてきた設備があり、早急な対策が必要であろう。

緊急対策として必要最小限の遮断器の取替あるいは設置を行い、Moshi および Same 地区の 33kV フィーダーを保護できるよう計画することが必要である。この対策による効果は大きく広範囲に及ぶことになり、Kilimanjaro 州の総需要家数の 91%を占める約 43,000 件程度の需要家が保護範囲に入るものと想定される。

Moshi の高圧配電線は他の地区と同様 3 相 3 線方式で、市内では 11kV、郊外では 33kV が採用されている。各変電所から引き出されている 11kV フィーダーの亘長は、Dar es Salaam が 3~7km 程度であるのに対して Arusha と同じく 16km 程度と長い。配電フィーダーの負荷電流が平均化されていないのは、他の地区と同様である。架空線路は Arusha と同様に老朽設備で Cu 25mm² や 16mm² などが使用されている箇所も多く残っているため、電圧問題をはじめ電線の容量不足や劣化に起因する問題が数多い。また、線路には区分開閉器はほとんど設置されていない。このため供給エリアの変更や輪番停電を行う必要が生じた場合には、線路のジャンパー線を手作業で開放あるいは接

続して対応している。

Moshi 地区において Boma Mbuzi S/S と Trade School S/S で負荷測定を行った。測定の結果を Fig.5.3.1 および Fig.5.3.2 に示した。Moshi 地域の配電設備の現状と問題点は、前項 5.1.3 に述べた通りである。

Boma Mbuzi SS LOAD (Sep. 11 to 14, 2001)

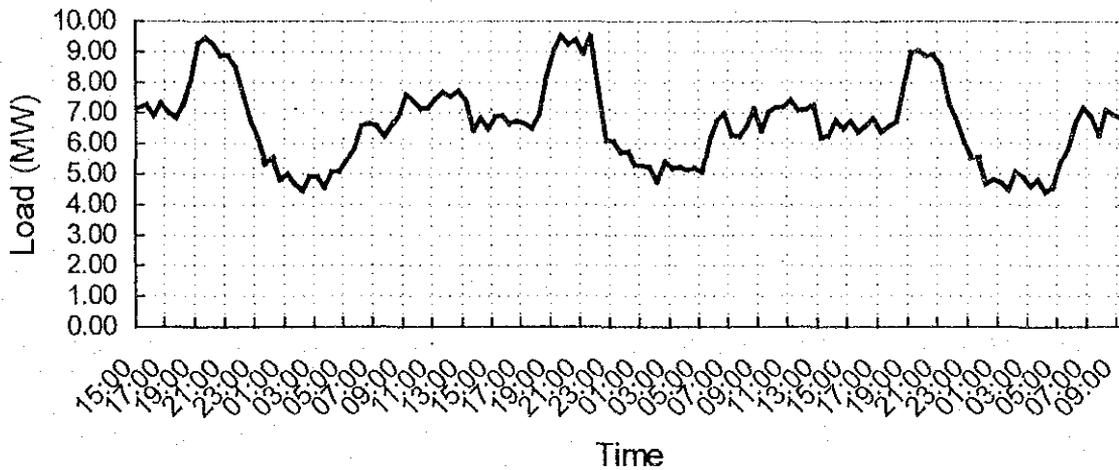


Fig.5.3.1 Boma Mbuzi S/S 負荷測定記録

TRADE SCHOOL SS LOAD (Sep. 13 to 15, 2001)

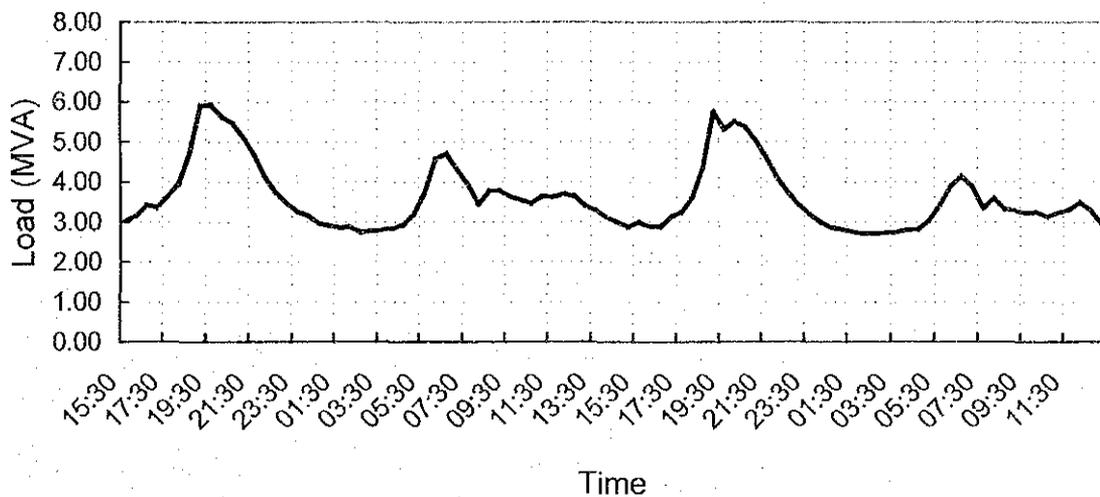


Fig.5.3.2 Trade School S/S 負荷測定記録