

4.4 新設設備輸送ルート調査の概要

4.4.1 調査目的

新設コンバインドサイクル発電設備建設に伴う資材、機器等の日本を含む出荷地からタシケント発電所までの最適輸送経路及び輸送費用の算出について調査する。

この資材、機器のなかに最大重量貨物がスタービン 372 重量トンと発電機固定子 200 重量トンが含まれるのでこの面からと、その他に一般貨物についてもそれぞれの最適輸送ルート进行评估、特定する。

4.4.2 既存のルート

(1) 現在中央アジア向けの輸送経路については下記のルートが考えられる。

- 1) 東アジアルート（ロシア東岸/中国経由の鉄道/陸上輸送）
- 2) イランルート（海上+陸上輸送）
- 3) 黒海ルート
 - a 黒海から水路経由でカスピ海に出てトルクメンバシ、そしてタシケントへの陸上輸送
 - b 黒海経由鉄道 / 陸上にてアゼルバイジャンのバクーを経由して、フェリーにてトルクメンバシ、そしてタシケントへの陸上輸送

(2) 上記以外に下記の航空貨物ルートも考えられる。

- 1) 日本から韓国経由にてタシケント
在来の旅客機を使い韓国経由タシケントへの輸送経路。
従って貨物サイズ、重量と航空機の空きスペースによって輸送できる貨物サイズが大きく左右される。
- 2) ルクセンブルグから貨物便にてタシケント
在来の貨物機を使いルクセンブルグから週一便の貨物便を利用する経路。
この場合一般旅客機で輸送できない3mを超える長尺貨物と、1.65mを超える高さの貨物も輸送可能である。

4.4.3 調査結果

(1) 東アジアルート 中国 / ロシア東岸経由

本プロジェクト用の資材、機器類を輸送する場合、ロシア、中国からの鉄道輸送に

については、コンテナサイズ20フィート/40フィートの箱の中に入る貨物でないと輸送不可能となる。但しコンテナ貨物の輸送ルートとしては特にロシア東岸からの鉄道輸送は適している。なぜならば、貨物がどこにあり、いつ目的地につくかなどのモニタリングがパーソナルコンピュータを使い毎日確認できるからである。また、日本からロシア東岸や中国までは毎週貨物船が出航しているので比較的安易に輸送できる。

一方、トラックなどによる陸上輸送については、ロシア東岸からの幹線道路が全くなく輸送ルートとして全く確立されてないため不可能である。

中国経由については幹線道路が部分的に開通しているのみであり、輸送距離が非常に長く、途中でガソリンの供給を含め技術上の問題に対応できない等の理由により、プロジェクト貨物の輸送に不向きである。

なお、陸上輸送の場合は日本からタシケントまでの輸送にかかる日数は約35から40日間程度である。

また貨物が南アジアから出る場合でもこのルートが使える。

(2) イランルート

次にイランルートについては、通常コンテナ貨物は日本を含めてアジアからの輸送が可能である。日本からタシケントまでの輸送にかかる日数は約40日間程度である。

コンテナ貨物以外で貨物重量が70重量トン以内であれば許可を取得して輸送可能である。輸送ルートとして確立されているので、特に問題はない。距離が長いという不利な面はあるがコンテナ貨物の輸送ルートの一つと考えるべきである。

今回テヘランからトルクメニスタン国境までの調査を行い前回2年程前の状態と変わっていないことを確認済みである。

(3) 黒海ルート

黒海ルートはトルクメンバシ経由となる。この場合、大きく二つのルートに分けられる。但し、これまでのルートと大きく違う面があり、それは定期船がないので黒海まで船をチャーターしなければならないことである。船会社は、一回の船積量が1500容積トン以上、あるいは一航海150,000ドル以上の収入がないと黒海

まで船を出さない。従って、船会社が受入れ可能な重量及びサイズの貨物であり、かつある程度の貨物量がないとこのルートによる輸送は難しい。

- 1) 一つ目のルートは黒海のマリオプーラ港(MARIOPUL)にて、貨物をリバーベッセル (3500DWT)に積み替え。

この船には起重機が一切ないだけで通常の貨物船と考えると良いと思われる。この場合も定期船でないので上記のような貨物量、船会社にとって収入がないと配船してくれない問題がある。

但しこの手の貨物船は現在約 35 船以上ありマーケットの需要には十分対応出来る状態にある。そしてマリオプーラを出て、ロストウ(Rostow)からドンボルガ水路を 12 日かけアストラハン(Astrachan)を抜け、ここからカスピ海に出て、二日半かけてトルクメンバシに向かう。

このルート以外では今回の重量貨物輸送は特にガスタービン 372 重量トンとは不可能と考えられる。

しかしこの 372 重量トンの輸送が可能なのはトルクメンバシ港までで、この先タシケントまでの道路輸送は不可能である。またこのルートは冬季氷結のため川や運河を利用した輸送は出来ない。

輸送できない時期は 10 月から 4 月末までで、年によっては輸送出来ない期間が前後するので輸送計画を立てるうえで輸送可能期間を 5 月から 9 月末までに限定すべきである。

日本から黒海経由で積み替え日数も入れてトルクメンバシまでの輸送にかかる日数は約 45 日から 50 日間程度である。

- 2) もうひとつのルートにポチ港(Poti)からの鉄道および陸上輸送がある。鉄道輸送についてはロシア東岸、中国ルートと貨物と同様にサイズが限定される。そのサイズは通常のコンテナに入る貨物サイズである。

それから陸上輸送についても現在この地域で手配出来る車両を考慮した場合 30 重量トンを超える貨物は無理である。ポチ港から鉄道及び陸上輸送によりバクー(Baku, Azerbaijan)を経由して、バクーから両方ともフェリーにてトルクメンバシに向かう。今回この鉄道/陸上ルートともに調査済みであり 2 年前と変わってないことを確認している。

日本からポチ港までの海上輸送日数は約 35 日から 40 日間程度である。そしてポチ港から鉄道/フェリーでトルクメンバシ港までが約 10 日間程度かかる。

3) トルクメンバシからタシケントについて

(1)及び(2)の輸送ルートの検討結果からガスタービン、発電機固定子などの超重量貨物は東アジアルート及びイランルートにより輸送することは不可能であるので、現時点では黒海ルートによる輸送が最適と考える。

従って、超重量貨物はトルクメンバシからタシケントに向けて陸上輸送するのが最適であると判断する。この輸送ルートの調査結果については下記に概略を記すが、詳細は別冊の輸送ルート調査レポートを参照願います。

トルクメンバシからタシケントは2000 kmを超える距離がある。その間に700を超える橋、この中に修理を必要とするものも多数存在する。

多くの道路はアスファルト道路での修復作業を必要とする場所があるが、なんとか輸送可能と判断される。当社の過去の経験と上記のことを総合して勘案した場合、このルートで輸送できる最大貨物重量は125重量トンと考えられる。

従って、372重量トンのガスタービンは分割しないと輸送出来ない問題があり、これを考慮して現地での建設期間を考える必要がある。

また、この貨物を含めて輸送許可を警察や地方当局から取得することが義務付けられている。

許可を必要とする貨物は、長さ20m、幅は2.5m、高さ4mを超える物、そして20重量トンを超える物である。

トルクメンバシからタシケントまでの一般貨物の陸上輸送日数は、約10日間程度であるが、これが重量物、長尺物については上記1)、2)にかかる輸送日数は、約45日から50日間程度みる必要がある。

この理由は昼間時のみの輸送が義務づけられているからである。

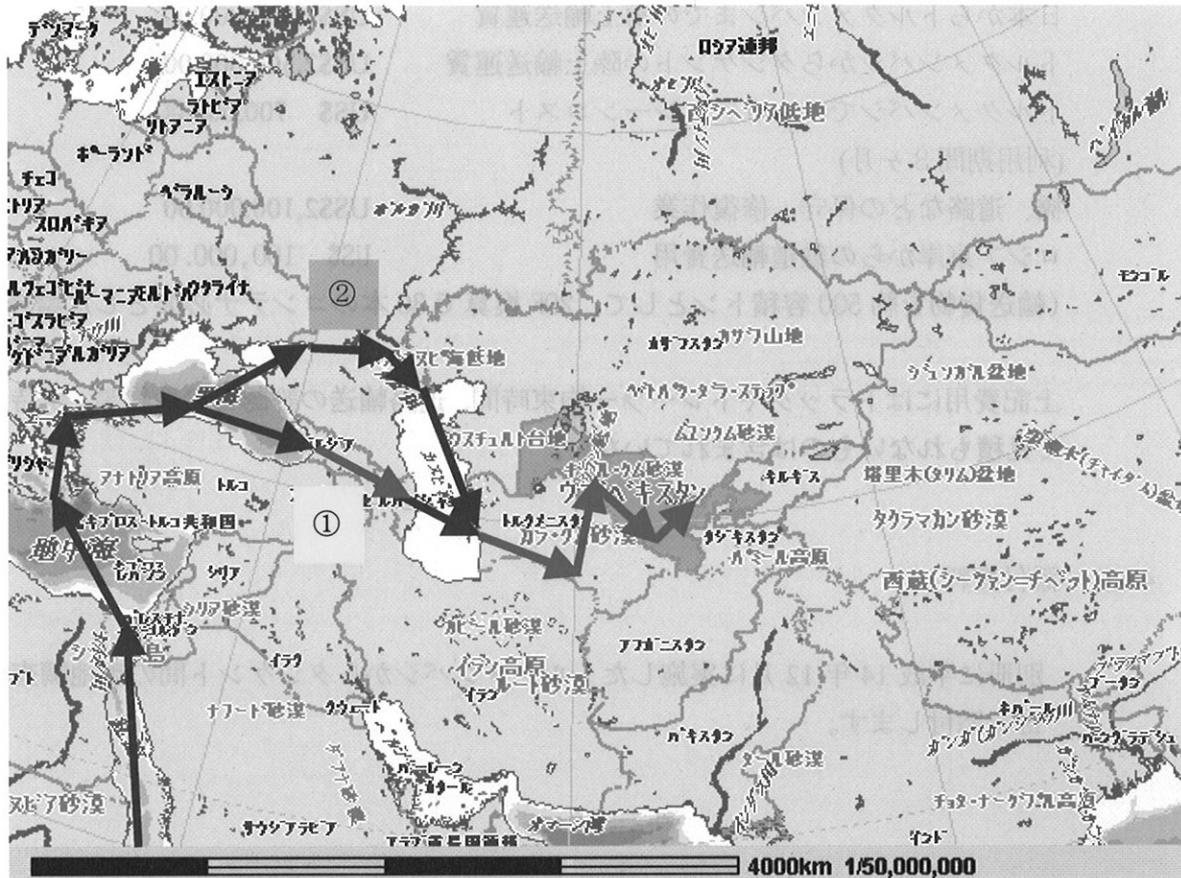
従って日本から黒海、カスピ海経由、トルクメンバシから陸上輸送でタシケントまで最大100日間程度の輸送日数をみる必要がある。

4.4.4 最適輸送ルート

ガスタービン本体、発電機、変圧器などの重量物については最大125重量トンとして、これらを含めて出来るだけ多くの貨物を日本から黒海のマリオプールまで貨物船を使用して海上輸送を行う。そこでリバーベッセルにてトルクメンバシ港まで輸送後、トルクメンバシにてショアクレーンを使ってトレーラーに積み替え、タシケントまで陸上輸送を行うルートと、上記以外の貨物についてはコンテナに積み込み

ロシア東岸から込みロシア東岸から鉄道輸送にてタシケントまで運ぶルートを組み合わせて、輸送する方法が最適と考える。

Figure 4.4-1 に最適輸送ルート（トルクメンバシからタシケント）を示す。



備考：水上輸送： ① ポチ港からの陸上ルート
 陸上輸送： ② ボルガ運河ルート

Figure 4.4-1 最適輸送ルート（トルクメンバシからタシケント）

4.4.5 輸送コストについて

以上各種条件を考慮して、最適経路を使って貨物全部を輸送するのに必要なコストは、

約 US\$7,500,000.00

と見積られる。この費用の中にはトルクメンバシまでの海上運賃とタシケントまでの陸上輸送コスト、そして一部ロシア東岸経由の鉄道輸送コスト、トルクメンバシでのショアクレーン使用にかかる費用と 125 重量トンの貨物を輸送する為に必要

な橋、道路の修復費用含んでいる。

内訳は、

日本からトルクメンバシまでの海上輸送運賃	US\$2,300,000.00
トルクメンバシからタシケントの陸上輸送運賃	US\$2,300,000.00
トルクメンバシでのショアクレーンコスト (利用期間3ヶ月)	US\$ 700,000.00
橋、道路などの保守、修復作業	US\$2,100,000.00
ロシア東岸からの鉄道輸送費用 (輸送貨物を約500容積トンとして、20F換算で30本のコンテナ必要とした場合)	US\$ 100,000.00

上記費用にはトラックやトレーラー拘束時間、道路輸送の許認可の取得等、現時点で見積もれないものは含まれていない。

4.4.6 添付資料

別冊に平成14年12月に実施したトルクメンバシからタシケント間の現地調査報告を添付します。

4.5 系統解析

4.5.1 目的

タシケント火力発電所に2008年運転開始を目途に、370MWのコンバインドサイクル発電機が増設される。この発電機が既設電力系統に併入されたことによる影響について、定常時および設備事故時の検討を実施する。系統解析は潮流、電圧、短絡電流、安定度、周波数変動などの項目について実施する。

4.5.2 検討断面

2008年断面での電力系統を模擬して計算を実施することが望ましいが、将来計画に関しての需要想定、電源開発計画、送変電拡充計画の正確なデータがないことから、2002年の実績系統にタシケント火力発電所新設370MW機を接続した系統で検討を実施する。

計算は潮流様相が異なる冬ピークと夏ピークの2断面について実施する。

4.5.3 模擬系統

ウズベキスタンの電力系統は旧ソ連時代に構築された送電系統を引き継いでいるため、周辺4ヶ国（カザフスタン、キルギスタン、タジキスタン、トルクメニスタン）との間に国際連系線が存在し、ウズベキスタンを含めた5ヶ国で一つの中央アジア電力系統を構成している。中央アジア電力系統の基幹送電線は500kVおよび220kVで構成されており、今回の計算では放射状になっている一部分を除き、ほとんど全ての500kVおよび220kVの送電線、変電所を模擬した。発電所については容量が600MW以上の主要な発電所をユニットごとに正確に模擬した。すなわち模擬した発電所は

ウズベキスタン	Syrdariya	3000MW	火力
同上	Novo Angren	2100MW	火力
同上	Tashkent	1860MW	火力
同上	Navoi	1250MW	火力
同上	Charvac	620MW	水力
キルギスタン	Toktogul	1200MW	水力
同上	Kurpsai	800MW	水力
タジキスタン	Nurek	3000MW	水力

の8箇所である。

スラック母線はカザフスタンのAlmaty変電所の500kV母線とした。

(Figure 4.5-1)

4.5.4 計算プログラム

系統解析は日本の電力中央研究所が開発した「電力系統安定度解析システム」を

用いて実施する。このソフトウェアは現在日本のすべての電力会社で使用されている。なお、ウズベクエネルギーは旧ソ連製の Mustang という系統解析ソフトウェアを使用している。

4.5.5 冬ピーク計算結果

(1) 潮流

タシケント火力発電所に 370MW の新設発電機を接続した場合の潮流計算結果を Figure 4.5-2 に示す。

各送電線に流れる潮流は Table 4.5-1 の通りであり、いずれも送電線の許容電流以内となっている。

500kV 送電線 1 回線事故時の潮流計算も実施した。計算結果は Table 4.5-1 の通りであり、500kV 送電線は全て電流量以内に収まった。ただし一部 220kV 送電線で電流量を超過する送電線がある。

(2) 電圧

電圧を適正に維持するために必要量のコンデンサーを数個所に投入した。

各変電所の 500kV 母線、220kV における電圧値は Figure 4.5-2、Table 4.5-2 の通りであり、500kV 母線では 535kV (107.1%) ~ 500kV (100.0%)、220kV 母線では 229kV (104.0%) ~ 201kV (91.4%) の範囲に入っており、いずれも目標とする ±10% 以内の適正電圧となっている。

(3) 短絡電流

各変電所の 500kV 母線、220kV における 3 相短絡電流値は Table 4.5-3 の通りであり、500kV 母線では最大 13.1kA、220kV 母線では最大 27.5kA であり、いずれも機器定格容量の 40kA 以下である。

また、タシケント火力 370MW の投入による影響は、タシケント火力発電所 500kV 母線で +0.4kA、220kV 母線で +2.8kA の増加となった。

ただし今回の計算では主要発電所以外のインピーダンスが模擬されていないため、実際の短絡電流値よりは小さ目の数値となっている。

タシケント発電所 220kV 母線の現時点の 3 相短絡電流値は、NDC (National Dispatch Center ウズベキスタン中央給電指令所) の計算によれば機器定格容量の 40kA に近く、事故様相によっては 40kA を若干越えるケースもあるということである。したがって長期設備計画が確定した段階で、今回増設される 370MW 機が運転開始する 2008 年時点での正確な短絡電流値を計算し、もし 40kA を超過するようであれば以下のような対策を講ずるべきである。なお、しゃ断器を取り替える場合でも設計から据付まで 2 年程度あれば十分可能であると考えられるので、ウズベクエネルギーによる詳細検討の後に実施すれば対応可能であると考えられる。

- a. 500/220kV 主要変圧器を増設し、220kV 母線を分割運用する。
- b. 次期取替え発電機を 500kV 直接昇圧し、500kV 母線へ接続する。
- c. 次期取替え発電機の昇圧変圧器を高インピーダンス器とする。
- d. 220kV しゃ断器を 50kA あるいは 63kA 定格のしゃ断器に取り替える。

(4) 定態安定度

しゃ断器開放など電力系統に微小な擾乱が発生した場合に電力系統の安定度が保てるかどうかを計算する定態安定度計算の結果は Figure 4.5-3 の通りであり、この系統が安定な系統であることを示している。

(5) 動態安定度

タシセント火力発電所 370MW 発電機の接続する母線の至近端で 2 L G—O (Line Ground fault — Open) の送電線事故が発生したケースでの動態安定度を計算した。

故障シーケンス

500kV 送電線・変圧器： 120msec でしゃ断器開放

220kV 送電線： 200msec でしゃ断器開放

ケース 1 … 500kV TashkentGRES-Shimkent 送電線

ケース 2 … 500kV TashkentGRES-Tashkent 送電線

ケース 3 … 220kV TashkentGRES-Uksak 送電線

ケース 4 … TashkentGRES の 500kV/220kV 主要変圧器

各ケースでの計算結果は Figure 4.5-4、Figure 4.5-5、Figure 4.5-6、Figure 4.5-7 の通りである。発電所の位相角動揺は収斂しており、いずれのケースでも電力系統は安定であることを示している。

(6) 周波数変動

中央アジア電力系統で単機容量が最大である Tarlimardjan 発電所の 800MW 機 (2004 年中に運転開始予定) が脱落した場合の周波数低下および全系統の 5% および 10% の負荷が脱落した場合の周波数上昇を計算した。

計算結果は Figure 4.5-8、Figure 4.5-9、Figure 4.5-10 の通りであり、Tarlimardjan 発電所の 800MW 機が脱落した場合には 0.1Hz の低下、全系統の 5% および 10% の負荷が脱落した場合はそれぞれ 0.05Hz および 0.1Hz の上昇となった。

周波数変動の許容値は 48.5Hz ~ 51.5Hz であり、(日本の各電力会社) であり、いずれのケースもその範囲内に入っている。

ガスタービンの通常負荷運転時における使用周波数範囲はタービンの動翼や圧縮機の共振を防ぐなどに理由により 47.5Hz から 51.5Hz で設計されている。従って、もし系統の周波数とその範囲を超えたときは周波数継電器により発電機を解列させるかガスター

ピンをトリップさせる必要がある。以下に周波数継電器の整定例について記述する。

a. 周波数低下

$47.0 \text{ Hz} < F \leq 47.5 \text{ Hz}$	15 秒後に発電機を解列
$F = 47.0 \text{ Hz}$	0.1 秒後にガスタービンをトリップ
$F < 47.0 \text{ Hz}$	瞬時にガスタービンをトリップ

b. 周波数上昇

$F = 51.5 \text{ Hz}$	0.1 秒後にガスタービンをトリップ
$F > 51.5 \text{ Hz}$	瞬時にガスタービンをトリップ

ガスタービンの通常負荷運転時における使用周波数範囲は各ガスタービンメーカーの設計概念により異なるので、EPC コントラクタと十分協議のうえ、周波数継電器の整定を検討することを推奨する。

4.5.6 夏ピーク計算結果

(1) 潮流

タシケント火力発電所に 370MW の新設発電機を接続した場合の潮流計算結果を Figure 4.5-11 に示す。

各送電線に流れる潮流は Table 4.5-1 の通りであり、いずれも送電線の許容電流以内となっている。

(2) 電圧

電圧を適正に維持するために必要量のコンデンサーを数個所に投入した。

各変電所の 500kV 母線、220kV における電圧値は Figure 4.5-11、Table 4.5-2 の通りであり、500kV 母線では 543kV (108.7%) ~ 500kV (100%)、220kV 母線では 241kV (109.6%) ~ 210kV (95.5%) の範囲に入っており、いずれも目標とする ±10% 以内の適正電圧となっている。

(3) 短絡電流

冬ピーク時と同じ。

(4) 定態安定度

しゃ断器開放など電力系統に微小な擾乱が発生した場合に電力系統の安定度が保てるかどうかを計算する定態安定度計算の結果は Figure 4.5-12 の通りであり、この系統が安定な系統であることを示している。

(5) 動態安定度

タシケント火力発電所 370MW 発電機の接続する母線の至近端で 2LG-O の送電線事故が発生したケースでの動態安定度を計算した。

故障シーケンス

500kV 送電線・変圧器： 120msec でしゃ断器開放

220kV 送電線： 200msec でしゃ断器開放

ケース 1…500kV TashkentGRES-Shimkent 送電線

ケース 2…500kV TashkentGRES-Tashkent 送電線

ケース 3…220kV TashkentGRES-Uksak 送電線

ケース 4…TashkentGRES の 500kV/220kV 主要変圧器

各ケースでの計算結果は Figure 4.5-13、Figure 4.5-14、Figure 4.5-15、Figure 4.5-16 の通りである。発電所の位相角動揺は収斂しておりいずれのケースでも電力系統は安定であることを示している。

(6) 周波数変動

冬ピーク時と同じ。

4.5.7 結論と考察

(1) 結論

タシケント火力発電所の 370MW 新設発電機を既設電力系統に接続した場合の系統に関する諸課題すなわち潮流、電圧、短絡電流、安定度、周波数変動、全てにおいて問題なく、新たな設備増強を必要としないことが判明した。

なお、今回の検討にあたっては潮流データが 2002 年断面であり、タシケント火力 370MW 新設機が運転開始する 2008 年断面ではない。正確な設備増強計画を策定するにあたっては、2008 年断面およびさらに先の将来を見越した電力系統での検討が必要と考える。したがって、ウズベクエネルギー側で将来の需要想定、電源開発計画、送変電拡充計画を織り込んだより高い精度の検討を実施することにより、潮流面、電圧面、短絡電流面、安定度面での問題点を摘出することを推奨したい。系統解析に関してウズベキスタン国内については主に NDC の技術者、中央アジア系統全体については UDC (Unified Dispatch Center) の技術者が各検討を行っており、系統解析の検討を行う技術は保有している。

(2) 考察

a. 安定度

系統全体を見た場合、動態安定度上次のような問題があることが判明した。東側から西側に向かっての潮流が重く、系統安定度面で非常に弱い系統になっている。特に Tashkent～Syrdarinskaya 間、Syrdarinskaya～Guzar 間、Frunzenskaya～Toktogulskaya～Lochin 間の 500kV 送電線事故時には動態安定度が不安定となることが想定された

ので、これら送電線の3 L G O事故時（夏ピーク時）の検討を行った。

- Tashkent～Syrdarinskaya 間

3 L G Oで不安定 (Figure 4.5-20)

1 L G O - C(Close)で安定 (Figure 4.5-21)

Tarlimardjan 発電所の 800MW 機が系統に併入されれば西向き潮流が緩和され、動態安定度は安定となる。(Figure 4.5-22)

- Syrdarinskaya～Guzar 間

Tarlimardjan 発電所の 800MW 機が系統に併入されれば西向き潮流が緩和されるが、動態安定度は依然として不安定なる。(Figure 4.5-23)

本送電線事故時には、東西二つの系統に分離してお互いの系統が安定になるような系統安定化装置を設置するか、あるいは Syrdarinskaya～Guzar 間に 500kV 送電線を新たに新設するかのどちらかの対策が必要となる。

- Frunzenskaya～Toktogulskaya～Lochin 間

3 L G Oでも安定。特に対策を必要としない。(Figure 4.5-24、Figure 4.5-25)

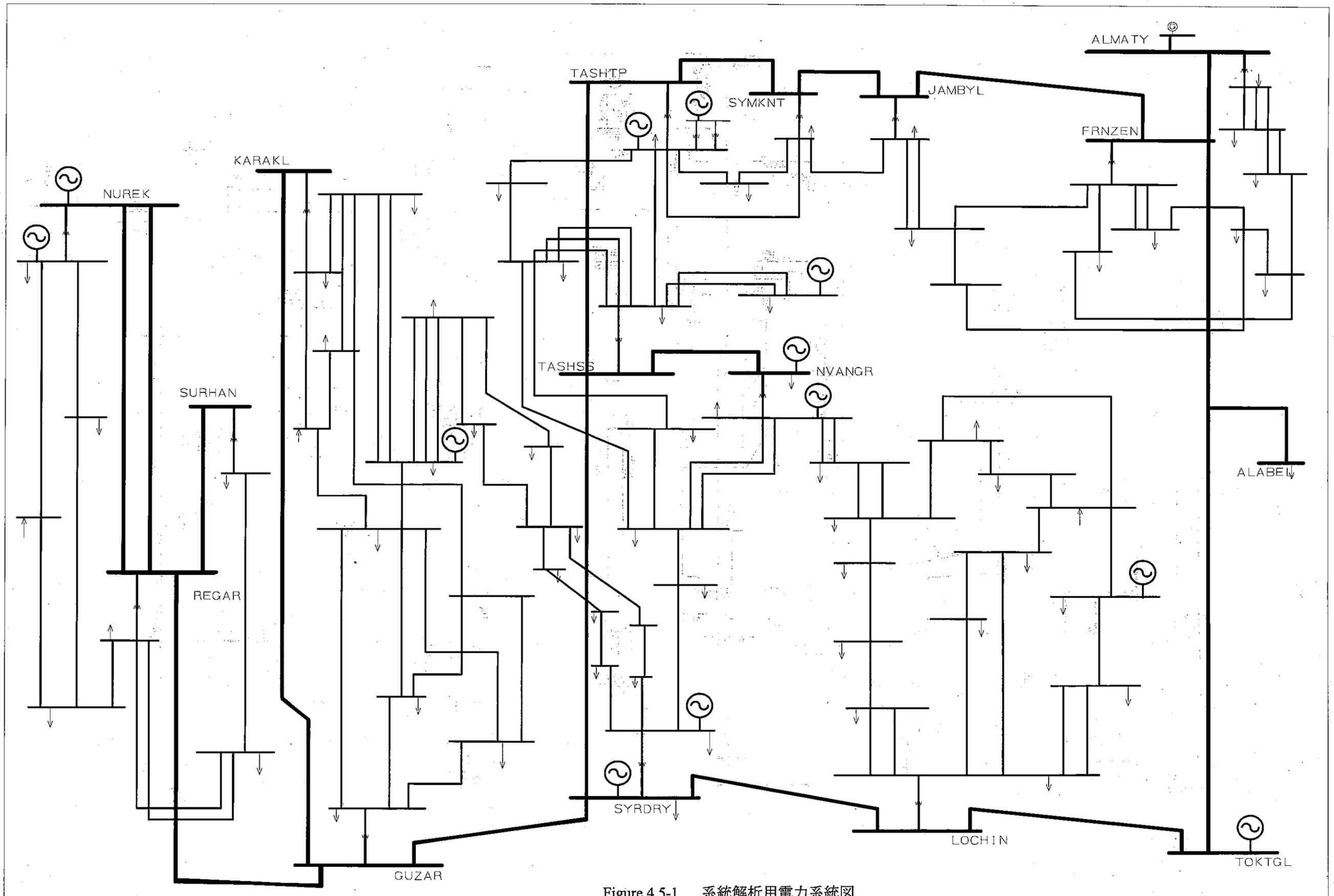
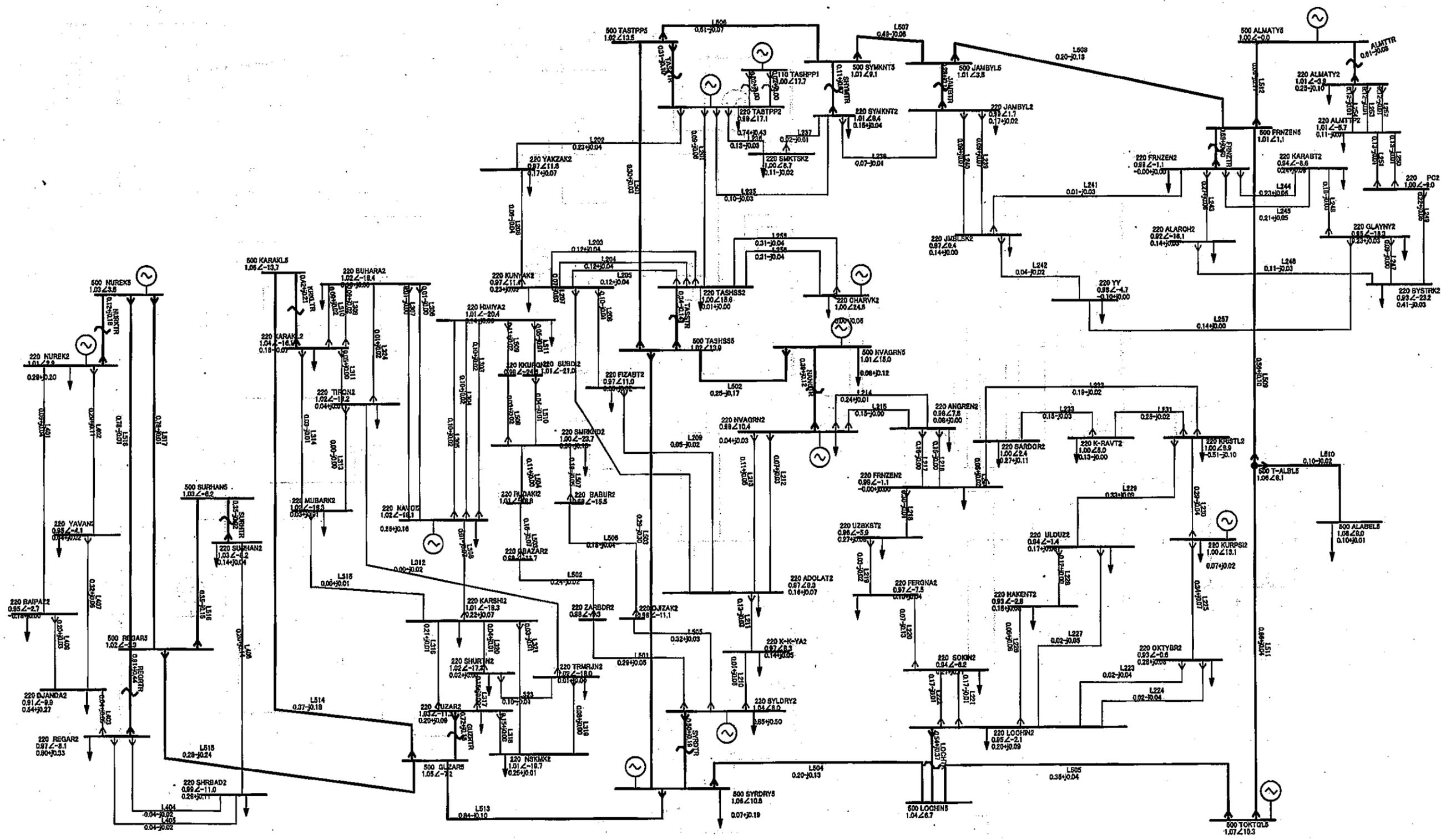


Figure 4.5-1 系統解析用電力系統圖



注：母線電圧および線路潮流は p.u. 値
 (ベース電圧 500kV, 220kV ベース容量 1000MVA)

Figure 4.5-2 潮流図 (冬ピーク断面)

Table 4.5-1 潮流解析結果 (送電線潮流)

from	to	voltage KV	capacity				normal condition(summer)		normal condition(winter)		1 circuit tripped of 500KV T/L													
			T/L		FACILITIES		MVA	%	MVA	%	TashTP	TashSS	TashSS	Syrdry	Lochin	TashTP	Symknt	Jambyl	Frnzen	Guzar	Regar			
			A	MVA	A	MVA					TashSS	NvAngr	Syrdry	Lochin	Toktgi	Symknt	Jambyl	Frnzen	Toktgi	Karakl	Nurek			
TASTPP5	TASHSS5	500	2475	2143	2000	1732	133	7.7%	301	17.4%	-	246	429	418	29	142	112	938	263	288				
TASHSS5	NVAGR5	500	2475	2143	2000	1732	185	10.7%	308	17.8%	287	-	155	274	259	243	250	274	545	297	306			
TASHSS5	SYDRY5	500	2475	2143	2000	1732	639	36.9%	423	24.4%	460	349	-	320	616	584	605	508	329	417	424			
SYDRY5	LOCHIN5	500	2070	1793	2000	1732	209	12.1%	266	15.4%	307	254	216	-	555	425	454	345	497	234	256			
LOCHIN5	TOKTGL5	500	2115	1832	2000	1732	470	27.1%	395	22.8%	341	380	499	582	-	241	229	295	1020	430	407			
TASTPP5	SYMKN5	500	2475	2143	2000	1732	291	16.8%	611	35.2%	511	585	712	716	301	-	333	491	1267	577	589			
SYMKN5	JAMBYL5	500	2000	1732	2000	1732	282	15.1%	497	28.7%	437	479	601	605	183	255	-	391	1105	463	485			
JAMBYL5	FRNZEN5	500	2000	1732	2000	1732	149	8.3%	244	14.1%	197	224	356	348	183	166	207	-	778	215	234			
FRNZEN5	T-ALBL5	500	2000	1732	2000	1732	270	15.6%	594	34.3%	653	607	505	479	910	823	872	719	-	564	584			
T-ALBL5	ALABEL5	500	2000	1732	2000	1732	57	3.3%	99	5.7%	99	100	99	99	99	99	99	99	-	99	100			
T-ALBL5	TOKTGL5	500	2000	1732	2000	1732	100	5.7%	659	38.1%	729	677	537	522	1009	918	967	800	-	625	647			
FRNZEN5	ALMATY5	500	2475	2143	2000	1732	393	22.7%	180	10.4%	170	186	156	155	160	175	212	184	535	180	178			
SYDRY5	GUZAR5	500	2475	2143	2000	1732	493	28.4%	846	48.9%	846	845	843	848	847	846	846	846	856	798	858			
GUZAR5	KARAKL5	500	2475	2143	2000	1732	483	27.9%	413	23.9%	413	413	412	414	414	414	414	414	405	-	416			
GUZAR5	REGAR5	500	2475	2143	2000	1732	783	45.2%	368	21.2%	368	369	373	364	358	366	365	366	438	318	379			
REGAR5	SURHAN5	500	2475	2143	2000	1732	361	20.8%	381	22.0%	381	381	382	381	381	381	381	381	390	373	365			
REGAR5	NUREK5	500	2475	2143	2000	1732	904	52.2%	778	44.9%	778	778	778	778	778	778	778	778	790	784	-			
REGAR5	NUREK5	500	2475	2143	2000	1732	904	52.2%	778	44.9%	778	778	778	778	778	778	778	778	790	784	1519			
TASTPP2	TASHSS2	220	825	352	1000	381	169	48.0%	111	31.4%	90	115	88	98	134	53	123	117	118	111	111			
TASTPP2	YAKZAK2	220	825	352	1000	381	232	64.5%	237	65.7%	172	191	259	238	263	206	254	246	180	240	238			
TASHSS2	KUNYAK2	220	825	352	1000	381	104	28.9%	123	34.0%	133	92	138	126	131	133	128	125	113	124	123			
TASHSS2	KUNYAK2	220	825	352	1000	381	104	28.9%	123	34.0%	133	92	138	126	131	133	128	125	113	124	123			
TASHSS2	KUNYAK2	220	825	352	1000	381	104	28.9%	123	34.0%	133	92	138	126	131	133	128	125	113	124	123			
KUNYAK2	YAKZAK2	220	825	352	1000	381	105	29.0%	68	19.0%	36	28	80	65	87	44	81	75	56	70	69			
KUNYAK2	ADOLAT2	220	825	352	1000	381	110	35.0%	79	25.2%	60	19	119	83	104	80	88	88	35	82	80			
KUNYAK2	FIZABT2	220	825	352	1000	381	155	49.2%	99	31.3%	85	37	127	102	118	99	113	105	65	101	99			
ADOLAT2	FIZABT2	220	690	263	828	316	70	26.5%	52	19.8%	39	19	81	54	69	53	66	59	23	54	53			
SYLDRY2	K-K-YA2	220	825	352	1000	377	123	39.0%	73	23.1%	72	97	151	80	82	77	80	76	76	65	72			
K-K-YA2	ADOLAT2	220	825	352	1000	381	205	56.9%	134	37.3%	131	188	257	104	159	148	156	144	90	147	137			
NVAGR2	ADOLAT2	220	825	352	1000	381	76	21.2%	71	19.8%	81	141	89	58	62	74	67	70	84	75	72			
NVAGR2	ADOLAT2	220	825	352	1000	381	132	36.6%	124	34.3%	139	245	154	100	106	129	116	120	145	130	125			
NVAGR2	ANGREN2	220	825	352	1000	381	276	76.7%	244	67.7%	251	272	277	292	304	277	284	262	155	242	243			
NVAGR2	ANGREN2	220	825	352	1000	381	166	46.2%	147	40.8%	151	164	167	176	183	167	171	158	94	146	147			
ANGREN2	OBHYAT2	220	825	352	1000	377	184	58.5%	148	47.2%	154	170	174	185	184	174	178	182	83	147	148			
ANGREN2	OBHYAT2	220	825	352	1000	377	194	61.8%	157	49.9%	163	180	183	195	205	184	189	171	87	155	156			
OBHYAT2	UZBKST2	220	825	352	1000	381	230	69.8%	289	83.0%	305	320	323	334	344	324	329	312	231	298	299			
UZBKST2	FERGNA2	220	825	352	1000	381	63	17.4%	37	10.4%	42	58	62	65	70	60	65	50	71	36	37			
FERGNA2	SOKIN2	220	825	352	1000	381	156	43.2%	152	42.3%	148	132	128	125	118	132	128	141	218	152	152			
SOKIN2	LOCHIN2	220	825	352	1000	381	200	55.7%	175	48.5%	172	164	163	157	154	162	160	168	215	175	175			
SOKIN2	LOCHIN2	220	825	352	1000	381	200	55.7%	175	48.5%	172	164	163	157	154	162	160	168	215	175	175			
LOCHIN2	OKTYBR2	220	825	352	1000	381	39	10.9%	43	12.1%	44	46	47	38	33	45	45	44	78	42	43			
LOCHIN2	OKTYBR2	220	825	352	1000	381	39	10.9%	43	12.1%	44	46	47	38	33	45	45	44	78	42	43			
OKTYBR2	KURPSI2	220	825	352	1000	381	128	35.5%	344	95.4%	346	353	354	367	382	355	358	350	308	344	344			
LOCHIN2	HAKENT2	220	825	352	1000	381	135	37.6%	101	27.9%	100	99	99	89	80	97	96	98	142	100	100			
LOCHIN2	ULDUZ2	220	825	352	1000	381	78	21.6%	52	14.4%	53	57	58	49	42	56	57	54	85	51	52			
HAKENT2	ULDUZ2	220	825	352	1000	381	25	7.0%	124	35.3%	126	131	132	134	136	132	133	128	111	124	124			
ULDUZ2	KRISTL2	220	825	352	1000	381	115	36.6%	340	108.2%	344	354	356	370	383	357	361	350	285	340	340			
KRISTL2	KURPSI2	220	825	352	1000	381	257	71.3%	292	81.2%	280	283	281	276	277	281	279	286	367	292	292			
KRISTL2	K-RAVT2	220	1360	526	1000	381	176	46.2%	282	73.9%	279	270	267	263	259	268	265	274	320	282	282			
KRISTL2	SARDOR2	220	825	352	1000	381	107	34.2%	186	59.3%	184	175	173	169	166	174	171	180	222	187	187			
K-RAVT2	SARDOR2	220	1360	526	1000	381	87	16.5%	149	28.4%	146	137	135	129	126	135	132	142	190	150	149			
OBHYAT2	SARDOR2	220	825	352	1000	377	44	14.1%	68	21.7%	64	59	59	52	50	56	55	61	129	69	68			
TASTPP2	SYMKN2	220	825	352	1000	381	86	23.9%	107	29.7%	123	110	112	114	82	271	84	96	166	104	106			
TASTPP2	SMKTSK2	220	825	352	1000	381	108	29.9%	137	38.0%	154	140	143	145	109	314	124	125	200	134	136			
SYMKN2	SMKTSK2	220	825	352	1000	381	20	5.6%	22	6.0%	37	26	25	28	15	184	7	7	101	19	21			
SYMKN2	JAMBYL2	220	825	352	1000	381	44	12.3%	76	21.0%	70	74	89	89	36	63	265	67	150	71	74			
JAMBYL2	JMBLSK2	220	825	352	1000	381	116	32.3%	115	32.0%	112	115	117	119	104	100	98	144	151	113	115			
JAMBYL2	JMBLSK2	220	825	352	1000	381	116	32.3%	115	32.0%	112	115	117	119	104	100	98	144	151	113	115			
JMBLSK2	FRNZEN2	220	825	352	1000	381	32	8.9%	29	8.0%	27	28	34	33	25	28	31	64	60	28	28			
JMBLSK2	YY	220	825	352	1000	381	43	12.0%	46	12.9%	44	46	49	49	35	36	37	66	75	45	46			
YY	GLAYNY2	220	825	352	1000	381	46	12.8%	144	39.9%	141	143	147	147	131	132	133	167	169	141	143			
FRNZEN2	ALARCH2	220	825	352	1000	381	122	34.0%	274	76.1%	274	274	273	272	274	272	272	268	282	270	273			
FRNZEN2	KARABT2	220	825	352	1000	381	122	33.9%	234	64.9%	235	234	233	232	237	236	237	227	229	232	233			
FRNZEN2	KARABT2	220	825	352	1000	381	113	31.4%	217	60.1%	217	217	215	215	219	219	219	211	212	215	216			
ALARCH2	BYSTRK2	220	825	352	1000	381	37	10.2%	114	31.8%	114	115	113	113	114	112	111	108	122	111	113			
BYSTRK2	GLAYNY2	220	825	352	1000	38																		

Table 4.5-2 潮流計算結果 (変電所母線電圧)

base V	NAME	node voltage (normal condition)			
		summer		winter	
		(kV)	(%)	(kV)	(%)
500	TASTPP5	513.34	102.7%	507.90	101.6%
500	TASHSS5	513.34	102.7%	508.69	101.7%
500	NVAGRN5	507.66	101.5%	503.98	100.8%
500	SYRDRY5	534.89	107.0%	529.03	105.8%
500	LOCHIN5	531.66	106.3%	520.58	104.1%
500	SYMKNT5	517.20	103.4%	507.22	101.4%
500	JAMBYL5	519.94	104.0%	505.42	101.1%
500	FRNZEN5	522.98	104.6%	506.58	101.3%
500	T-ALBL5	542.53	108.5%	531.79	106.4%
500	ALABEL5	543.01	108.6%	531.76	106.4%
500	TOKTGL5	542.24	108.4%	535.43	107.1%
500	ALMATY5	500.12	100.0%	500.10	100.0%
500	GUZAR5	542.84	108.6%	524.28	104.9%
500	KARAKL5	543.38	108.7%	528.33	105.7%
500	REGAR5	518.07	103.6%	508.56	101.7%
500	SURHAN5	519.67	103.9%	514.03	102.8%
500	NUREK5	519.76	104.0%	513.97	102.8%
220	TASTPP2	219.82	99.9%	218.54	99.3%
220	TASHSS2	222.12	101.0%	220.87	100.4%
220	KUNYAK2	214.32	97.4%	213.24	96.9%
220	YAKZAK2	213.15	96.9%	212.46	96.6%
220	NVAGRN2	216.82	98.6%	216.88	98.6%
220	ANGREN2	214.87	97.7%	215.59	98.0%
220	OBHYAT2	211.27	96.0%	212.04	96.4%
220	UZBKST2	213.80	97.2%	210.48	95.7%
220	FERGNA2	219.19	99.6%	213.23	96.9%
220	SOKIN2	213.41	97.0%	206.32	93.8%
220	LOCHIN2	218.67	99.4%	209.61	95.3%
220	OKTYBR2	214.55	97.5%	205.16	93.3%
220	HAKENT2	213.80	97.2%	204.89	93.1%
220	ULDUZ2	213.19	96.9%	205.74	93.5%
220	KRISTL2	213.08	96.9%	220.46	100.2%
220	K-RAVT2	210.73	95.8%	219.53	99.8%
220	SARDOR2	213.22	96.9%	219.56	99.8%
220	KURPSI2	219.58	99.8%	220.49	100.2%
220	SYLDRY2	234.01	106.4%	229.09	104.1%
220	K-K-YA2	212.83	96.7%	214.35	97.4%
220	ADOLAT2	213.80	97.2%	214.34	97.4%
220	FIZABT2	213.53	97.1%	213.04	96.8%
220	SYMKNT2	225.48	102.5%	221.62	100.7%
220	SMKTSK2	225.57	102.5%	221.03	100.5%
220	JAMBYL2	224.82	102.2%	218.59	99.4%
220	JMBLSK2	218.82	99.5%	213.46	97.0%
220	FRNZEN2	226.43	102.9%	218.31	99.2%
220	ALMATY2	220.18	100.1%	222.59	101.2%
220	ALARCH2	216.31	98.3%	201.88	91.8%
220	BYSTRK2	213.64	97.1%	205.20	93.3%
220	PC2	220.01	100.0%	220.56	100.3%
220	ALMTTP2	219.01	99.6%	221.84	100.8%
220	GLAYNY2	210.01	95.5%	208.53	94.8%
220	KARABT2	219.14	99.6%	207.43	94.3%
220	CHARVK2	220.33	100.2%	219.80	99.9%
220	YY	218.36	99.3%	215.14	97.6%
220	SMRKND2	234.20	106.5%	219.35	99.7%
220	HIMIYA2	225.83	102.7%	221.61	100.7%
220	NAVOI2	227.26	103.3%	223.70	101.7%
220	KARAKL2	237.70	108.0%	228.07	103.7%
220	BUHARA2	231.98	105.4%	223.62	101.6%
220	TIRON2	234.79	106.7%	225.37	102.4%
220	GUZAR2	237.79	108.1%	227.52	103.4%
220	KARSHI2	234.85	106.8%	222.64	101.2%
220	NSKMK2	236.44	107.5%	221.97	100.9%
220	TRMRJN2	236.27	107.4%	223.60	101.6%
220	SHURTN2	236.48	107.5%	224.13	101.9%
220	MUBARK2	235.95	107.3%	225.08	102.3%
220	ZARBDR2	232.08	105.5%	216.62	98.5%
220	CBAZAR2	234.64	106.7%	215.73	98.1%
220	RUDAKI2	241.06	109.6%	222.80	101.3%
220	DJIZAK2	230.46	104.8%	216.04	98.2%
220	BABUR2	231.39	105.2%	216.46	98.4%
220	KKURGN2	226.30	102.9%	216.00	98.2%
220	SUBDI2	227.45	103.4%	221.55	100.7%
220	NUREK2	227.23	103.3%	221.97	100.9%
220	REGAR2	221.68	100.8%	214.36	97.4%
220	SURHAN2	228.25	103.8%	226.80	103.1%
220	SHRBAD2	219.86	99.9%	217.06	98.7%
220	DJANDA2	215.79	98.1%	201.08	91.4%
220	YAVAN2	220.95	100.4%	207.92	94.5%
220	BAIPA2	224.37	102.0%	208.91	95.0%

Table 4.5-3 短絡電流解析結果

NAME	BASE Voltage (kV)	breaking capacity (kA)	FAULT CURRENT		FAULT CAPACITY	
			without OC (KA)	with OC (KA)	without OC (MVA)	with OC (MVA)
ALMATY5	500	40	40.0	40.0	34,623	34,629
TASTPP5	500	40	10.9	11.3	9,422	9,771
TASHSS5	500	40	11.8	12.2	10,243	10,599
NVAGRN5	500	40	8.9	9.0	7,677	7,831
SYRDRY5	500	40	13.1	13.1	11,308	11,386
LOCHIN5	500	40	5.7	5.8	4,972	4,982
SYMKNT5	500	40	7.1	7.2	6,141	6,268
JAMBYL5	500	40	5.7	5.7	4,924	4,965
FRNZEN5	500	40	7.1	7.2	6,178	6,202
T-ALBL5	500	40	5.7	5.7	4,964	4,973
ALABEL5	500	40	4.8	4.9	4,196	4,203
TOKTGL5	500	40	6.2	6.2	5,358	5,367
GUZAR5	500	40	5.5	5.5	4,748	4,751
KARAKL5	500	40	3.1	3.1	2,717	2,718
REGAR5	500	40	6.4	6.4	5,538	5,539
SURHAN5	500	40	3.3	3.3	2,892	2,892
NUREK5	500	40	7.8	7.8	6,735	6,736
TASTPP2	220	40	24.7	27.5	9,400	10,469
TASHSS2	220	40	21.7	22.4	8,253	8,551
KUNYAK2	220	40	14.2	14.5	5,396	5,524
YAKZAK2	220	40	11.6	11.9	4,434	4,544
NVAGRN2	220	40	17.1	17.3	6,505	6,578
ANGREN2	220	40	10.8	10.8	4,098	4,124
OBHYAT2	220	40	6.1	6.1	2,328	2,334
UZBKST2	220	40	4.6	4.6	1,742	1,744
FERGNA2	220	40	4.7	4.7	1,784	1,786
SOKIN2	220	40	6.0	6.0	2,278	2,280
LOCHIN2	220	40	8.3	8.3	3,175	3,180
OKTYBR2	220	40	5.3	5.3	2,025	2,026
HAKENT2	220	40	6.1	6.1	2,326	2,328
ULDUZ2	220	40	6.2	6.2	2,378	2,380
KRISTL2	220	40	6.3	6.3	2,399	2,401
K-RAVT2	220	40	4.8	4.8	1,837	1,839
SARDOR2	220	40	4.9	4.9	1,853	1,855
KURPSI2	220	40	7.1	7.1	2,702	2,703
SYLDRY2	220	40	24.3	24.4	9,261	9,293
K-K-YA2	220	40	9.9	10.0	3,767	3,794
ADOLAT2	220	40	14.3	14.4	5,436	5,502
FIZABT2	220	40	11.3	11.5	4,295	4,370
SYMKNT2	220	40	11.8	12.0	4,483	4,564
SMKTSK2	220	40	6.9	7.0	2,615	2,650
JAMBYL2	220	40	9.4	9.5	3,589	3,612
JMBLSK2	220	40	7.0	7.0	2,651	2,662
FRNZEN2	220	40	12.7	12.8	4,857	4,871
ALMATY2	220	40	19.8	19.8	7,527	7,528
ALARCH2	220	40	3.5	3.5	1,350	1,351
BYSTRK2	220	40	4.1	4.1	1,550	1,551
PC2	220	40	6.9	6.9	2,634	2,634
ALMTTP2	220	40	12.4	12.4	4,735	4,735
GLAYNY2	220	40	3.8	3.8	1,447	1,448
KARABT2	220	40	6.0	6.0	2,286	2,289
CHARVK2	220	40	11.5	11.6	4,398	4,438
YY	220	40	2.1	2.1	810	811
SMRKND2	220	40	4.5	4.5	1,729	1,729
HIMIYA2	220	40	8.7	8.7	3,298	3,298
NAVOI2	220	40	10.9	10.9	4,141	4,142
KARAKL2	220	40	7.0	7.0	2,672	2,673
BUHARA2	220	40	7.1	7.1	2,698	2,699
TIRON2	220	40	5.6	5.6	2,147	2,148
GUZAR2	220	40	9.1	9.1	3,479	3,481
KARSHI2	220	40	6.4	6.4	2,447	2,447
NSKMK2	220	40	4.7	4.8	1,810	1,810
TRMRJN2	220	40	5.6	5.6	2,116	2,116
SHURTN2	220	40	5.6	5.6	2,125	2,125
MUBARK2	220	40	4.6	4.6	1,764	1,764
ZARBDR2	220	40	3.7	3.7	1,403	1,403
CBAZAR2	220	40	3.0	3.0	1,156	1,156
RUDAKI2	220	40	3.0	3.0	1,139	1,140
DJIZAK2	220	40	3.5	3.5	1,338	1,339
BABUR2	220	40	3.4	3.4	1,278	1,278
KKURGN2	220	40	4.1	4.1	1,549	1,549
SUBDI2	220	40	5.6	5.6	2,135	2,136
NUREK2	220	40	14.4	14.4	5,481	5,481
REGAR2	220	40	9.9	9.9	3,757	3,758
SURHAN2	220	40	6.4	6.4	2,437	2,437
SHRBAD2	220	40	5.4	5.4	2,053	2,053
DJANDA2	220	40	5.3	5.3	2,037	2,037
YAVAN2	220	40	6.2	6.2	2,360	2,360
BAIPA22	220	40	5.3	5.3	2,004	2,004

Winter Peak Calculation results

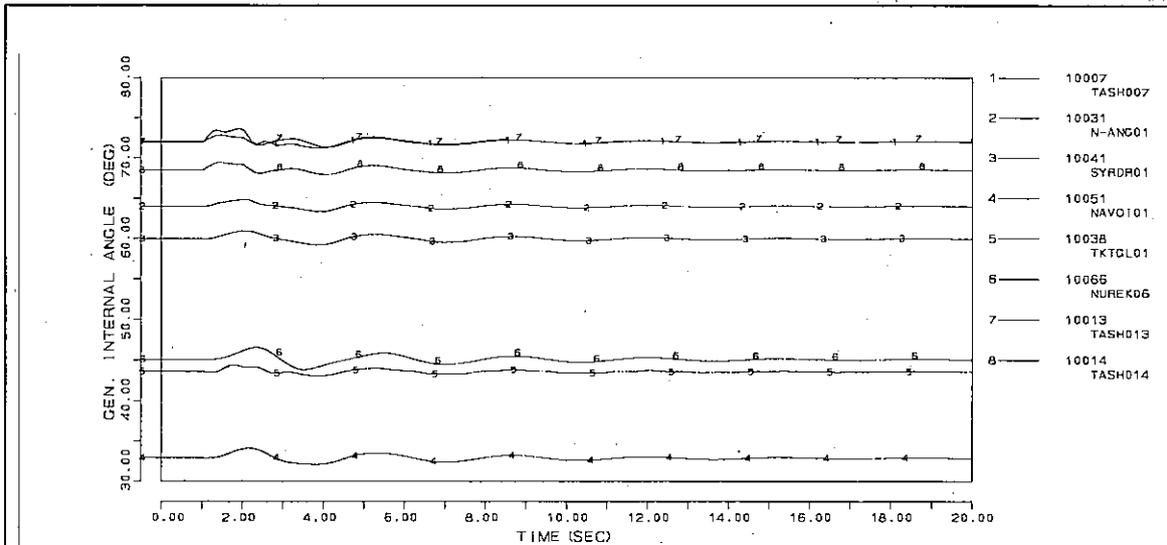


Figure 4.5-3 定態安定度結果

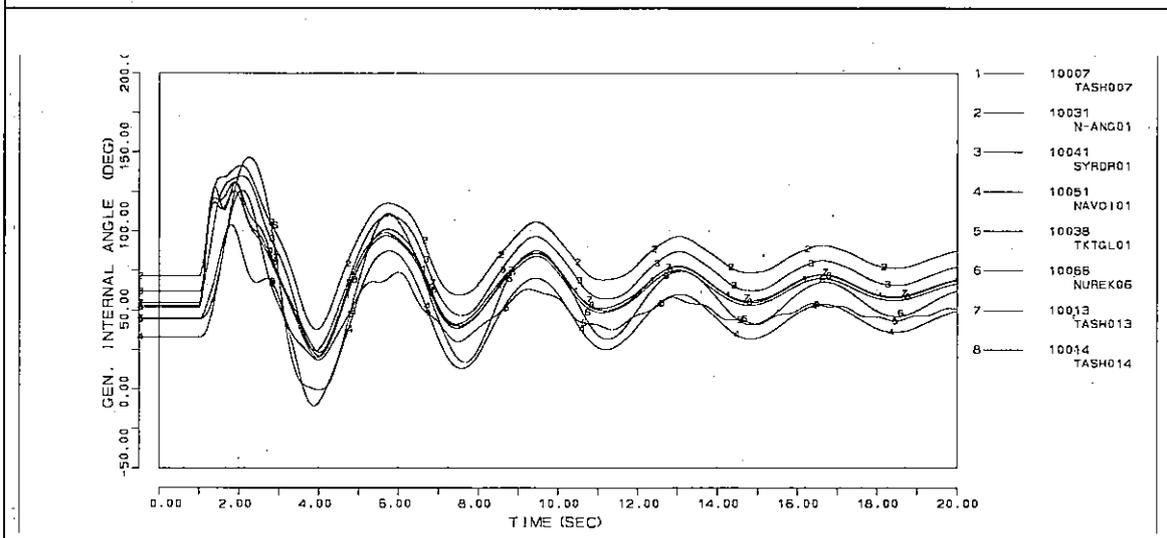


Figure 4.5-4 動態安定度結果(500kV Tashkent TPP-Symkent 送電線 2LGO)

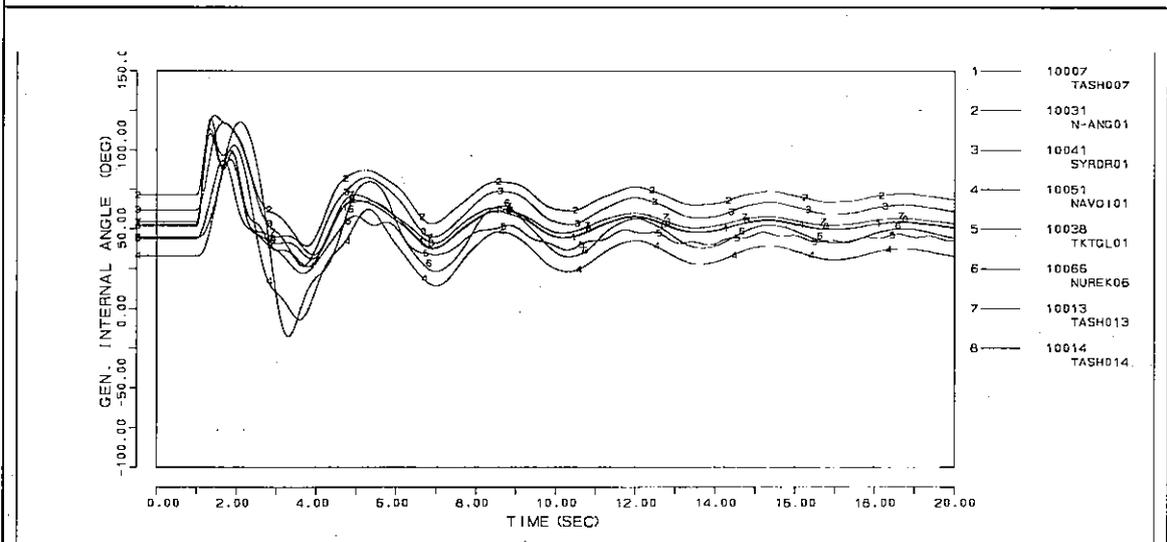


Figure 4.5-5 動態安定度結果(500kV Tashkent TPP-Tashkent SS 送電線 2LGO)

Winter Peak Calculation results

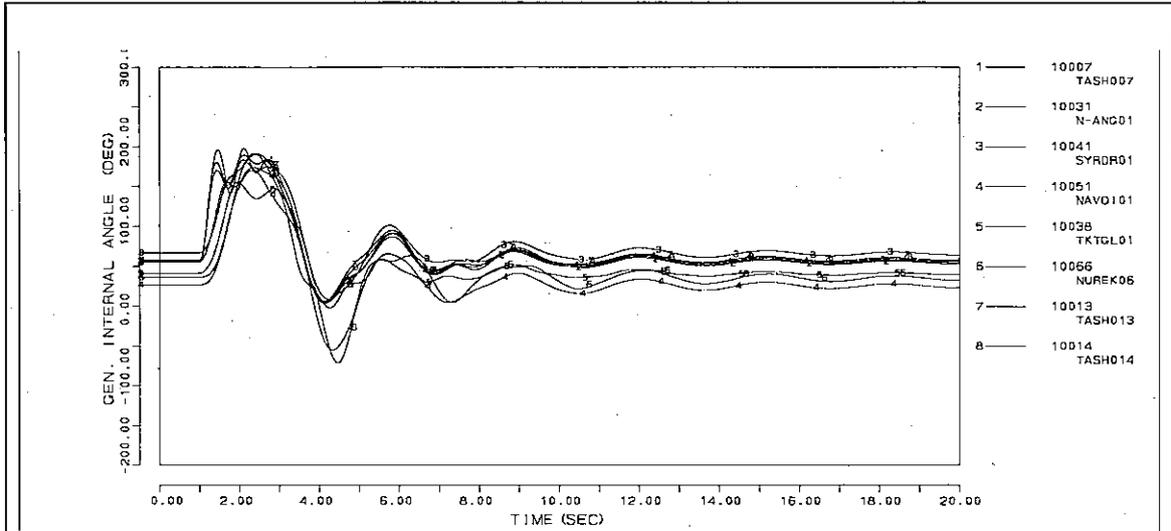


Figure 4.5-6 動態安定度結果(220kV Tashkent TPP-Uksak 送電線 2LGO)

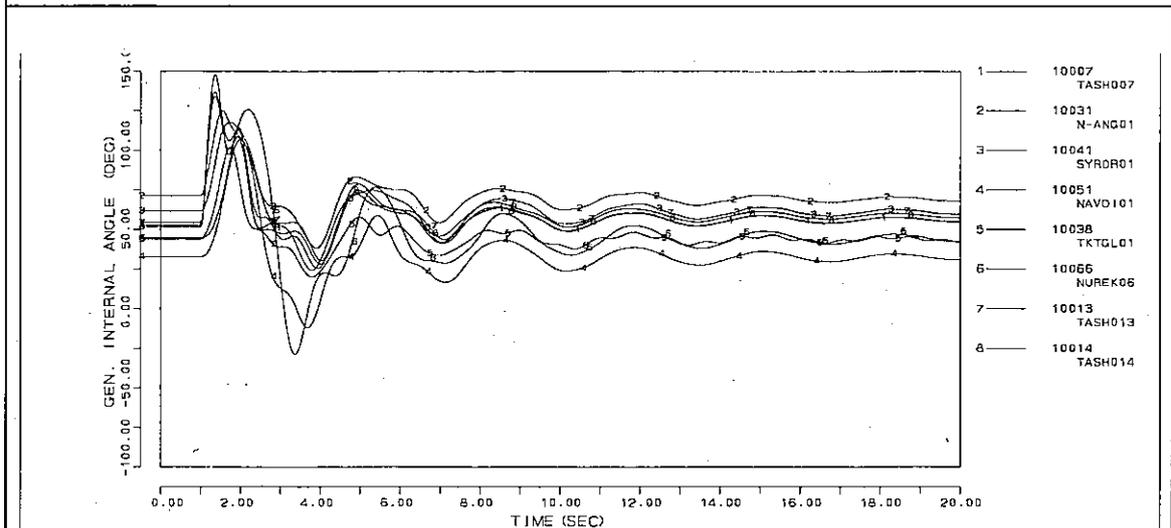


Figure 4.5-7 動態安定度結果(Tashkent TPP 500/220 Tr 2LGO)

Winter Peak Calculation results

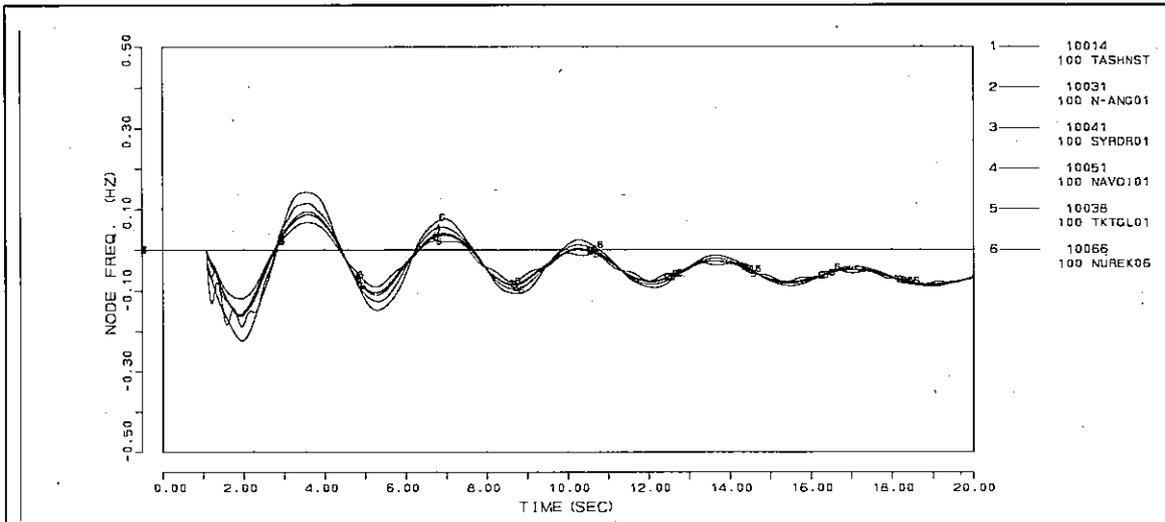


Figure 4.5-8 周波数変動結果(Tarimaljan 800MW 発電機 脱落)

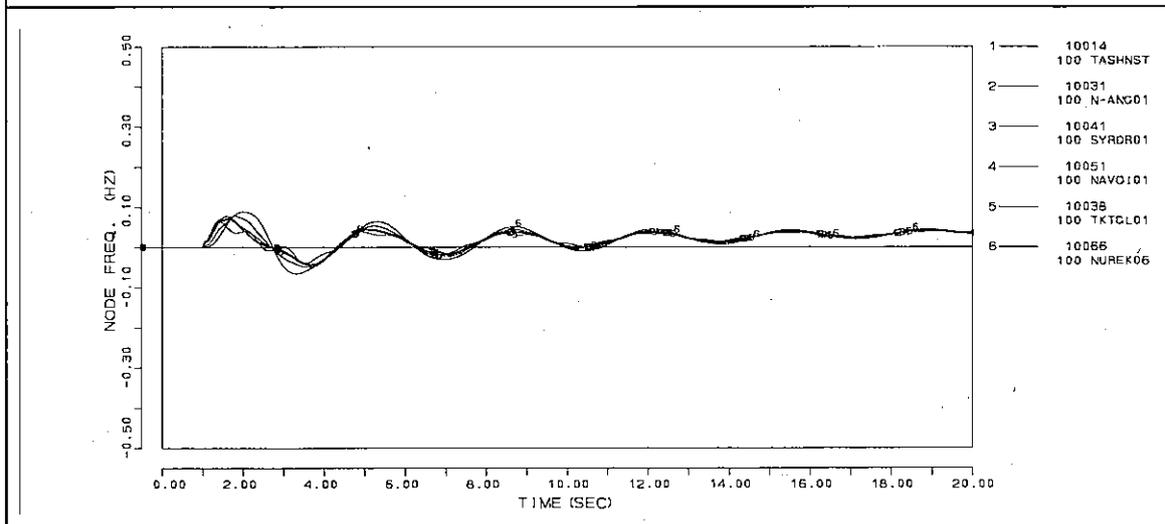


Figure 4.5-9 周波数変動結果(5% 負荷脱落)

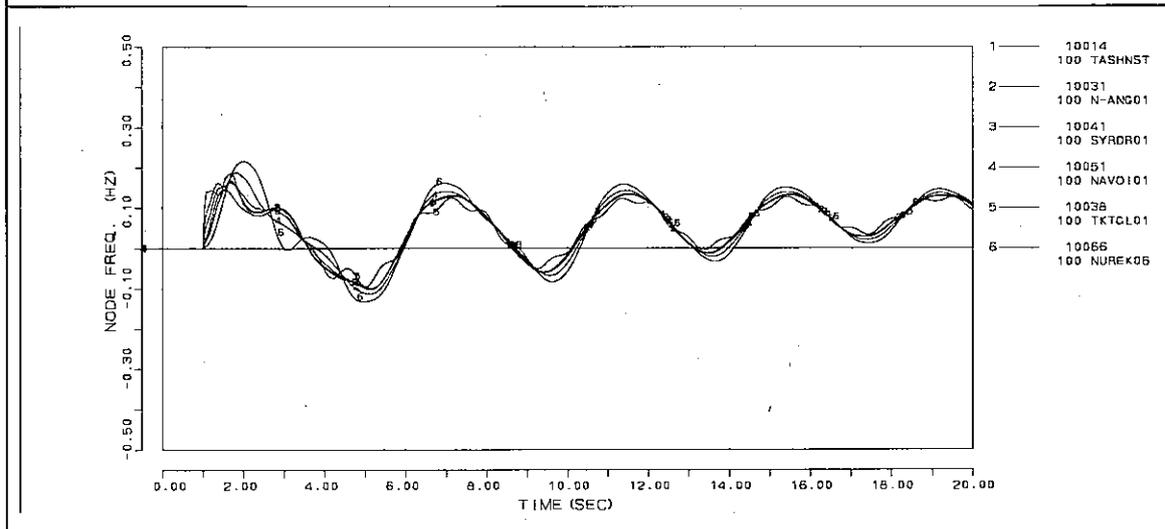


Figure 4.5-10 周波数変動結果(10% 負荷脱落)

Summer Peak Calculation results

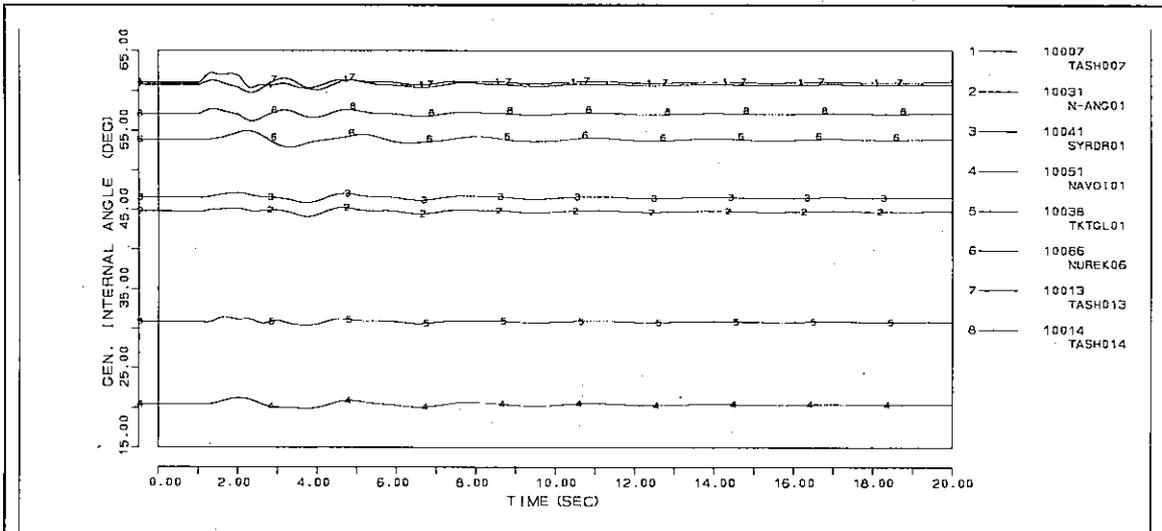


Figure 4.5-12 定態安定度結果

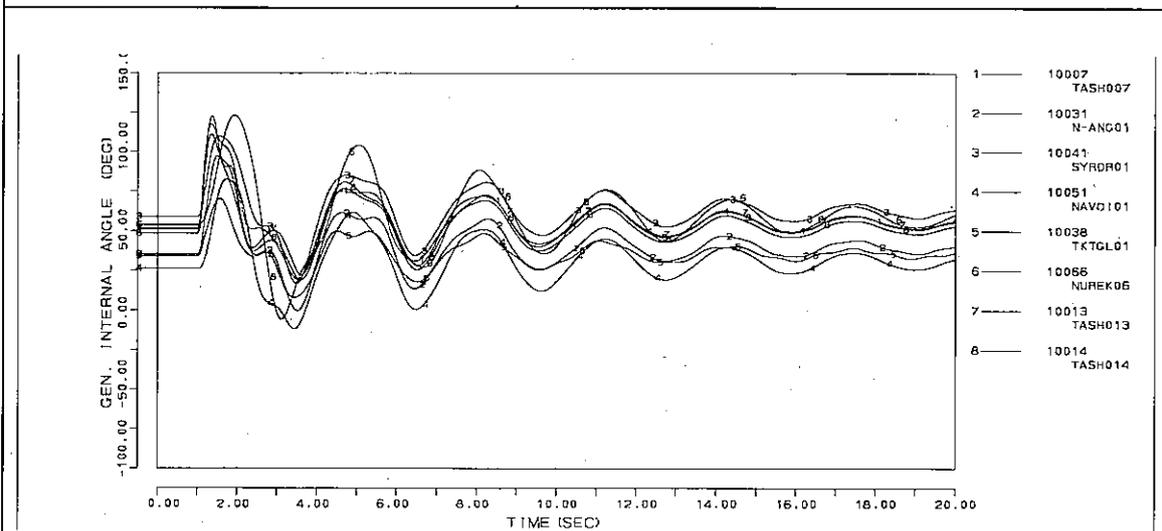


Figure 4.5-13 動態安定度結果(500kV Tashkent TPP-Symkent 送電線 2LGO)

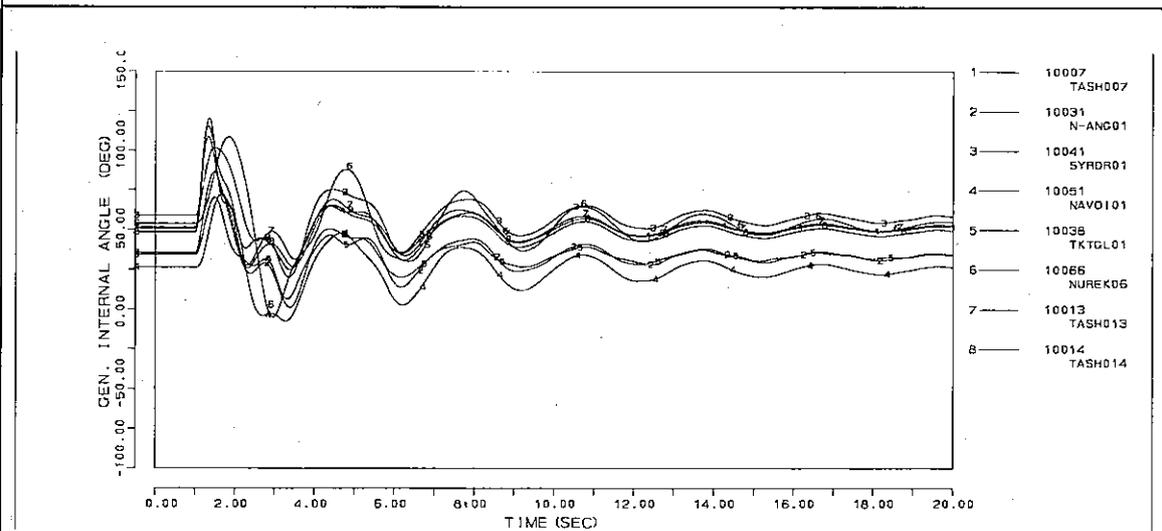


Figure 4.5-14 動態安定度結果(500kV Tashkent TPP-TashkentSS 送電線 2LGO)

Summer Peak Calculation results

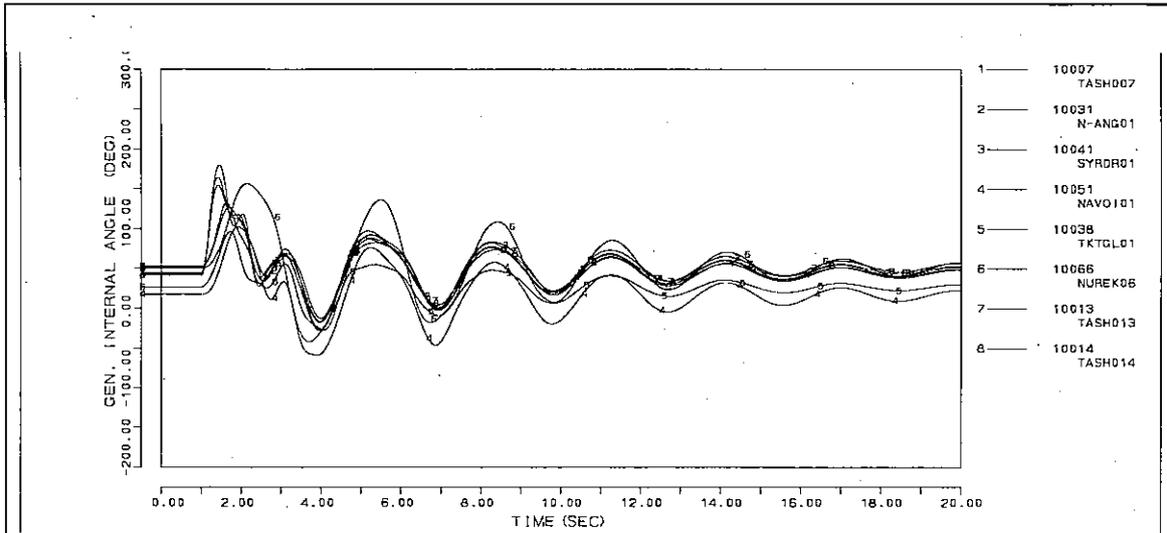


Figure 4.5-15 動態安定度結果(220kV Tashkent TPP-Uksak 送電線 2LGO)

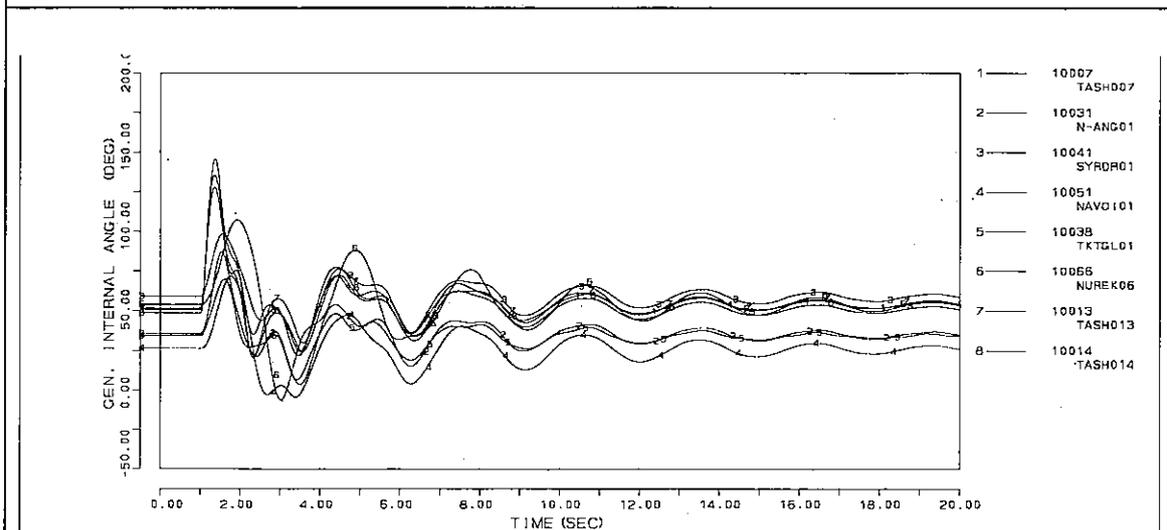


Figure 4.5-16 動態安定度結果(Tashkent TPP 500/220 Tr 2LGO)

Summer Peak Calculation results

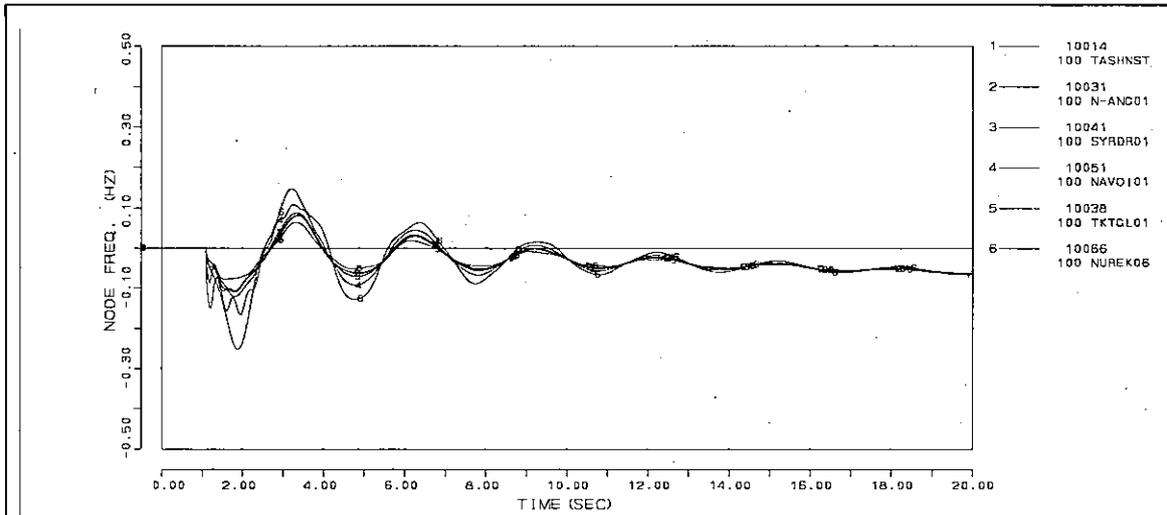


Figure 4.5-17 周波数変動(Tarimaljan 800MW 発電機脱落)

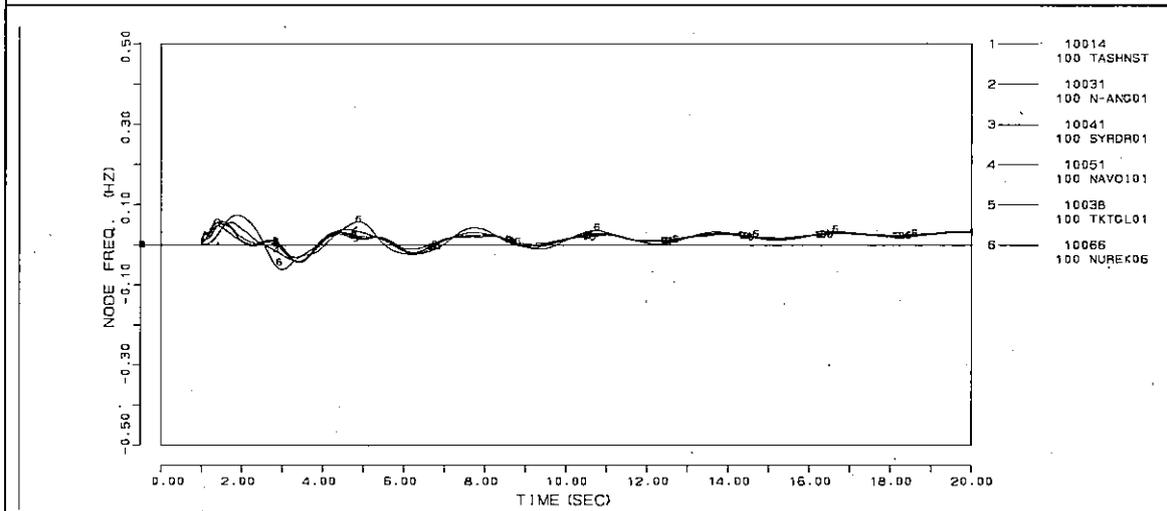


Figure 4.5-18 周波数変動(5% 負荷脱落)

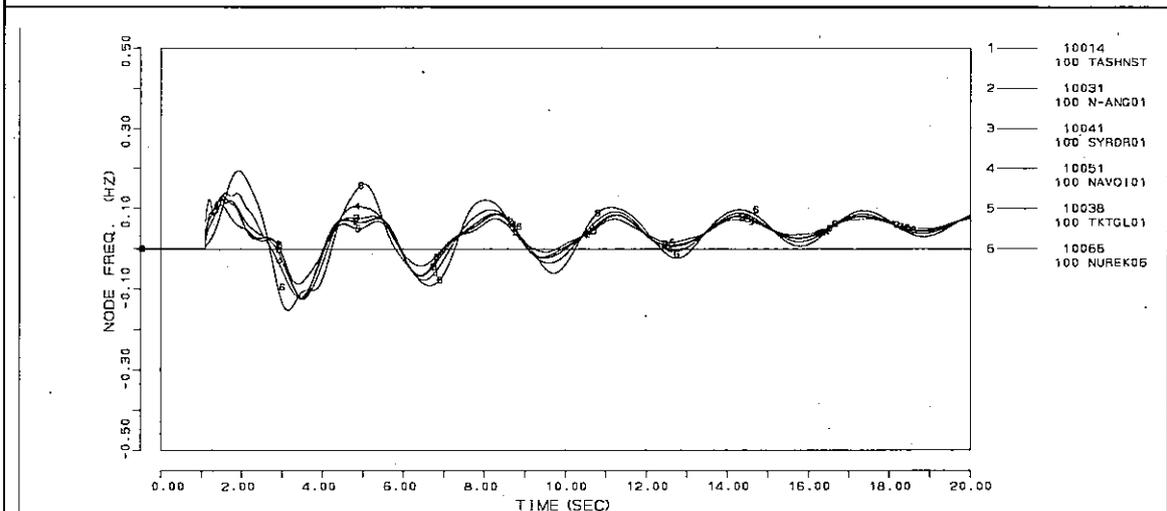


Figure 4.5-19 周波数変動(10% 負荷脱落)

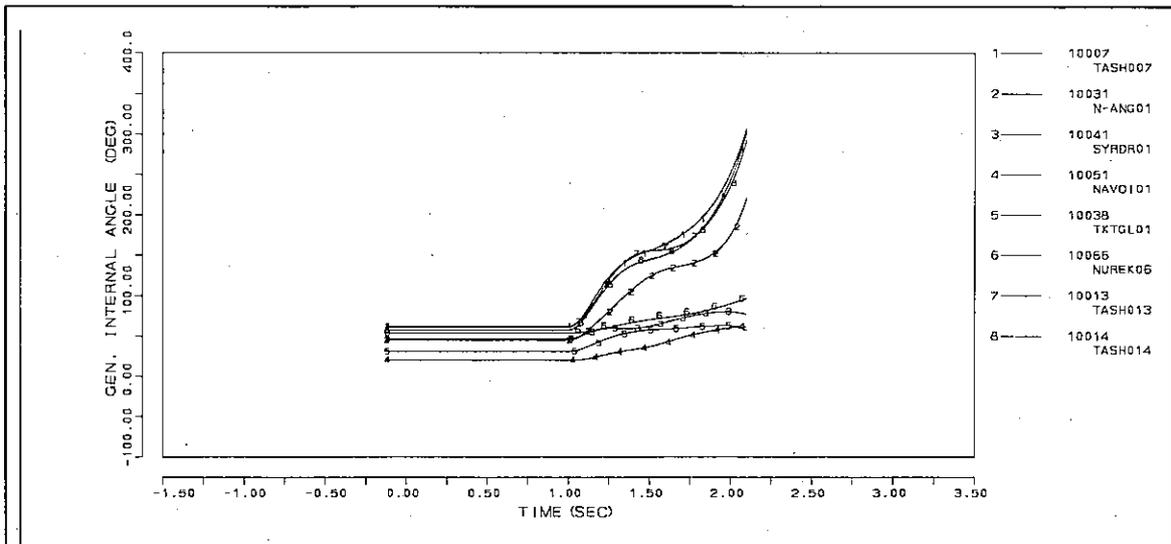


Figure 4.5-20 動態安定度(500kV TashkentSS-Syrdariya 送電線 3LGO)

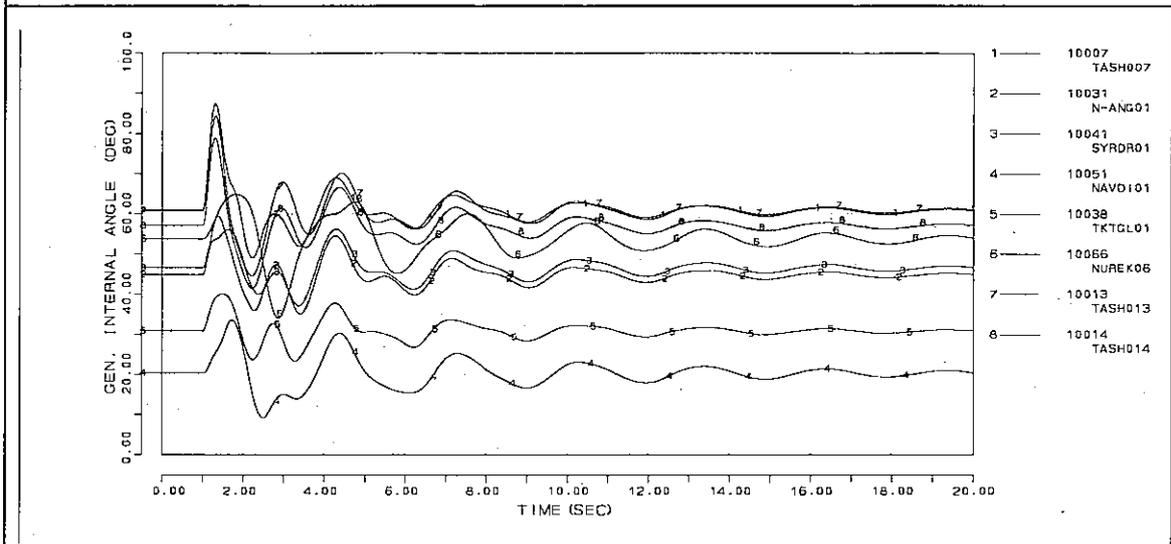


Figure 4.5-21 動態安定度(500kV TashkentSS-Syrdariya 送電線 1LGO)

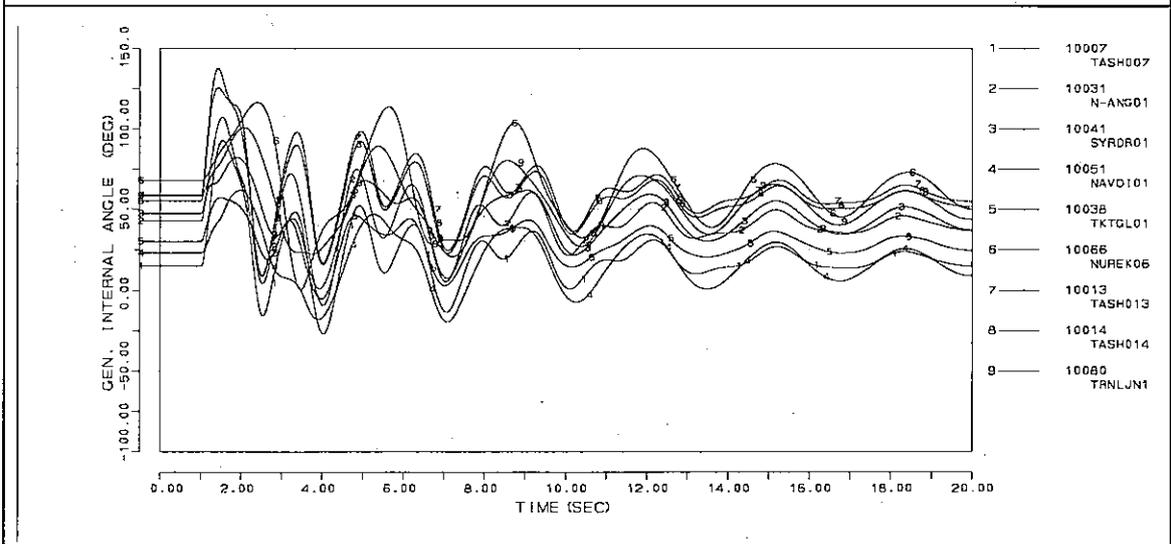


Figure 4.5-22 動態安定度(500kV TashkentSS-Syrdariya 送電線 3LGO with Tarimaljan)

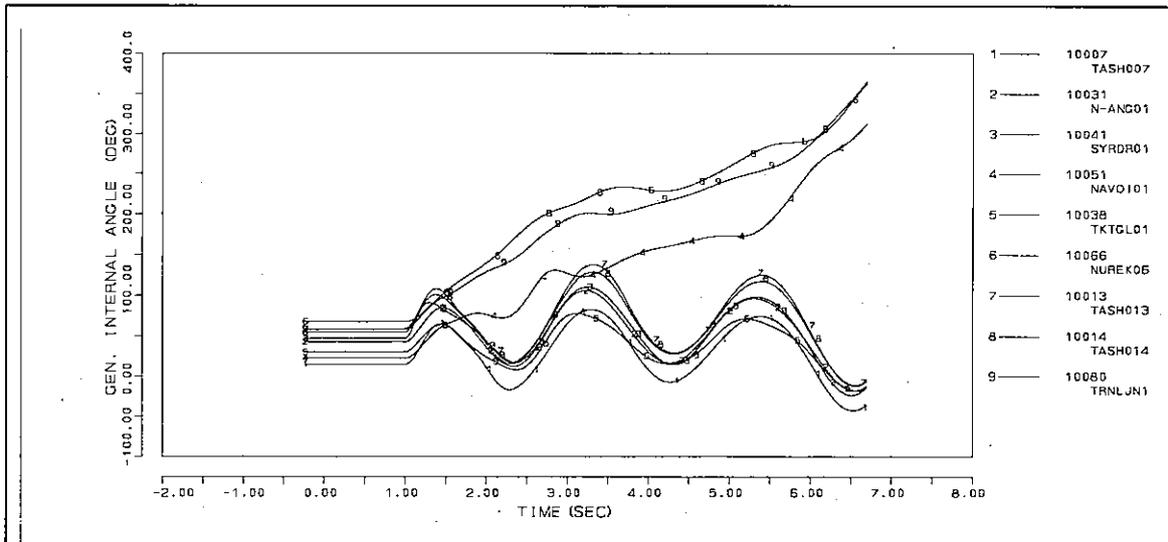


Figure 4.5-23 動態安定度(500kV Syrdarya-Guzar 送電線 3LGO with Tarimaljan)

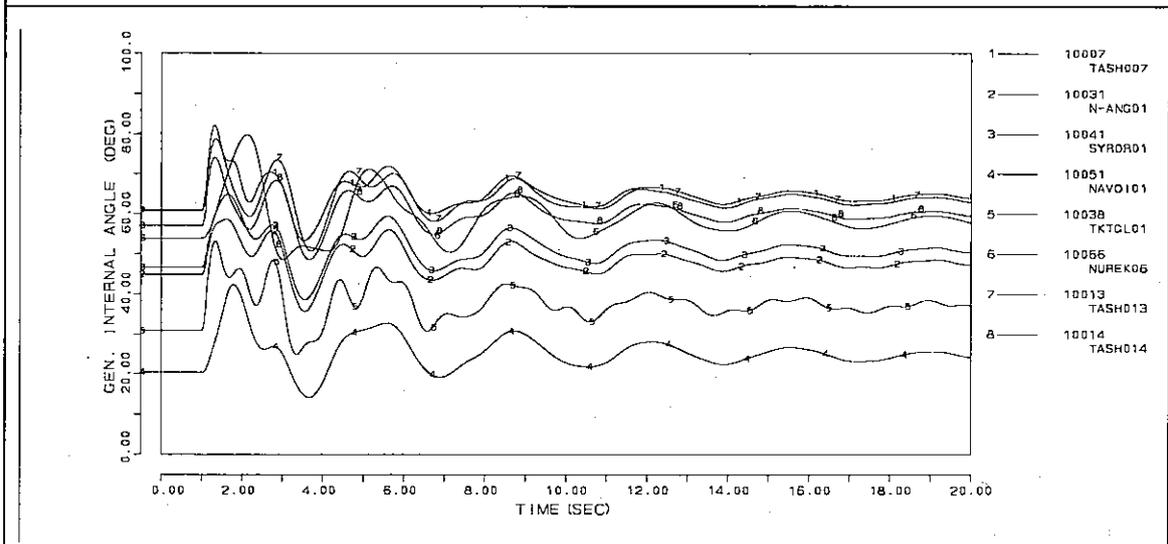


Figure 4.5-24 動態安定度(500kV Frunzen-Toktgul 送電線 3LGO)

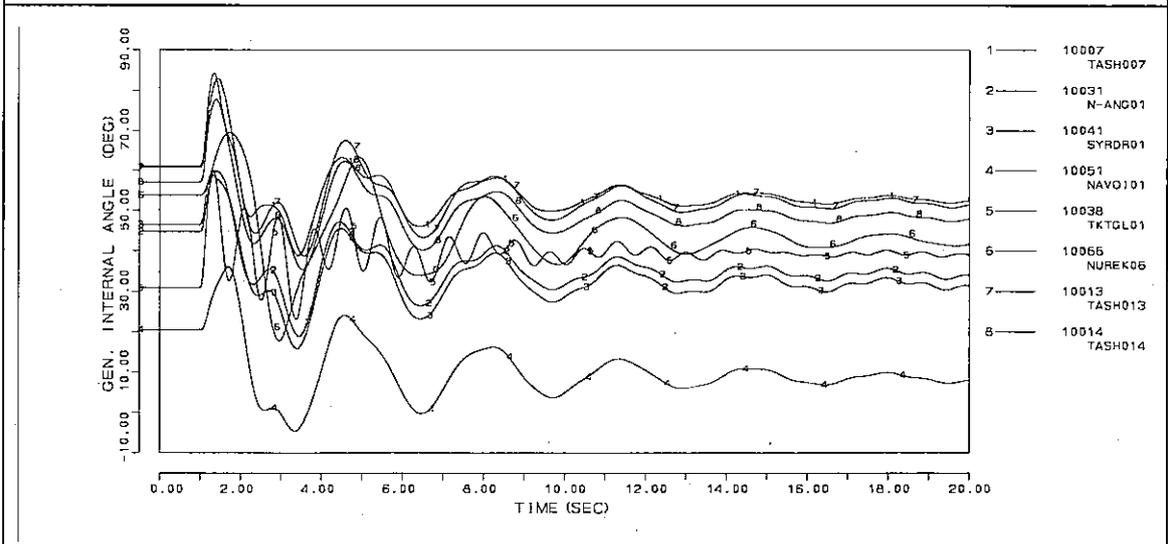


Figure 4.5-25 動態安定度(500kV Toktgul-Lochin 送電線 3LGO)