

# パナマ運河と地すべり

中村 浩之

## 1. はじめに

1513年ヌニェス・デ・バルボアは高温多湿の熱帯雨林でしかも地形の非常に複雑なパナマ地峡を探検し、カリブ海から太平洋沿岸に到着するのに成功した。バルボアは穏やかな海を見て「太平洋」と命名した。スペインの植民地となったパナマ地峡の重要性にすぐさま気が付いたスペイン人は道路を建設しインカ帝国などの財宝を太平洋から大西洋側に運搬した。しかし17世紀になるとイギリスの海賊ヘンリー・モーガンなど海賊船がパナマから出航するスペイン船を襲うようになり、パナマが中継港としての重要性を失い、1718年にはヌエバ・グラナダ副王領（その後のグラン・コロンビア共和国）に併合され、1903年までコロンビア共和国の州となった。

1848年カリフォルニアで金が発見されるとパナマは重要な交通の中心地として再認識され、パナマ地峡を横断する鉄道がアメリカの実業家の出資で完成した。このためメキシコとの戦争で広大な領土を太平洋側に手に入れたアメリカは東海岸からの輸送における地点としてパナマに注目するようになった。輸送のための船舶は南アメリカのホーン岬を回る危険な海路をとらざるを得なかったし、ニューヨークからサンフランシスコまで12,000kmの距離がパナマ運河を通過するよりさらに加算されることになってしまう。このため北アメリカと南アメリカをつなぐ地峡に運河建設が熱望された。

スエズ運河建設で英雄となったフランス人レセプスはパナマ運河会社を起し、株を公募して運河建設を開始した。レセプスはスエズ運河と同様水平開削運河（海面運河）を試みたが、工事は難航し、この構想は失敗しただけでなく、黄熱病やマラリアによる多数の犠牲者などのため会社は倒産し、アメリカが工事を引き継いだ。しかしパナマの領土を所有するコロンビアの議会はアメリカとの間で10年間パナマ地峡を租借しようとする条約に批准を同意しな

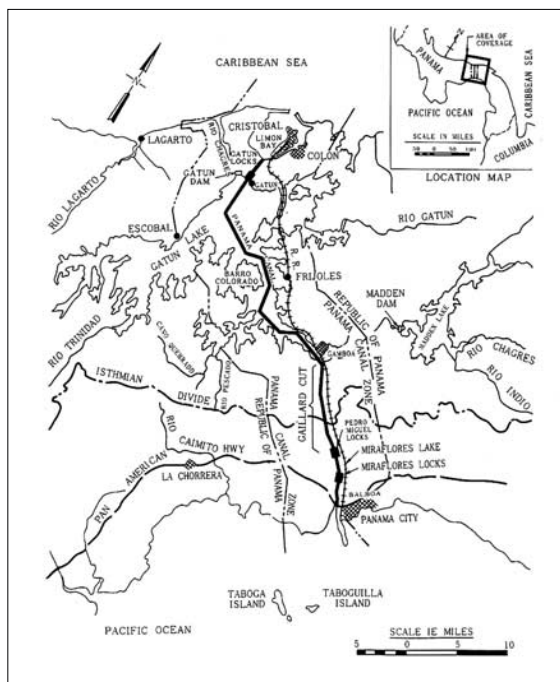


図-1 パナマ運河およびその周辺の概略図 (Don C. Banks et. Al. 1975)

ったため、これを機にパナマはアメリカの支援をうけてコロンビア支配から脱却し独立した。アメリカはパナマと契約を取り交わし、運河の両岸8kmずつ16kmの借地権とパナマ運河の使用権を得ることとなった。その後パナマのトリホス將軍はアメリカのカーター大統領との交渉の結果1999年12月31日にパナマ運河はパナマに返還され、運河両岸のパナマ運河地帯も完全にパナマ領となった。

現在パナマ共和国は人口約230万人でその国土面積は7万7000km<sup>2</sup>、首都はパナマ・シティである。

## 2. パナマ運河

パナマ運河は閘門タイプの運河で長さ約80km、大西洋と太平洋を結ぶパナマ地峡としてアメリカ大陸の中で最も狭い地点に建設されている（図-1参照）。パナマ運河は公式には1914年の8月15日に国際貿易のために開通されたが、それ以後この運河を85

\*東京農工大学大学院 教授

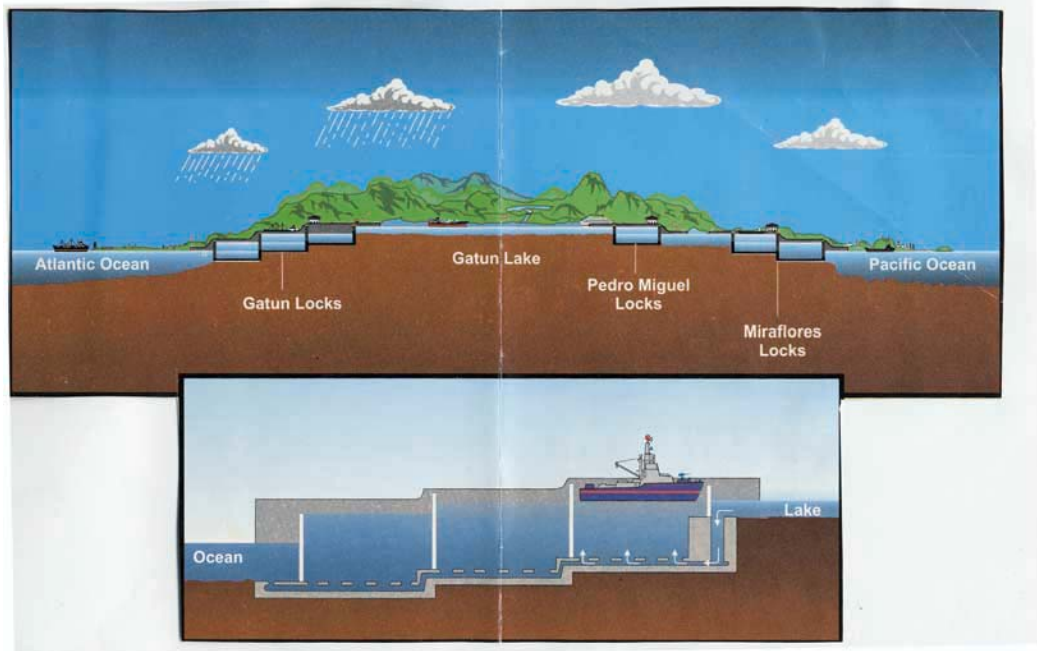


図-2 パナマ運河閘門配置とその構造 (ACPパンフレットより)

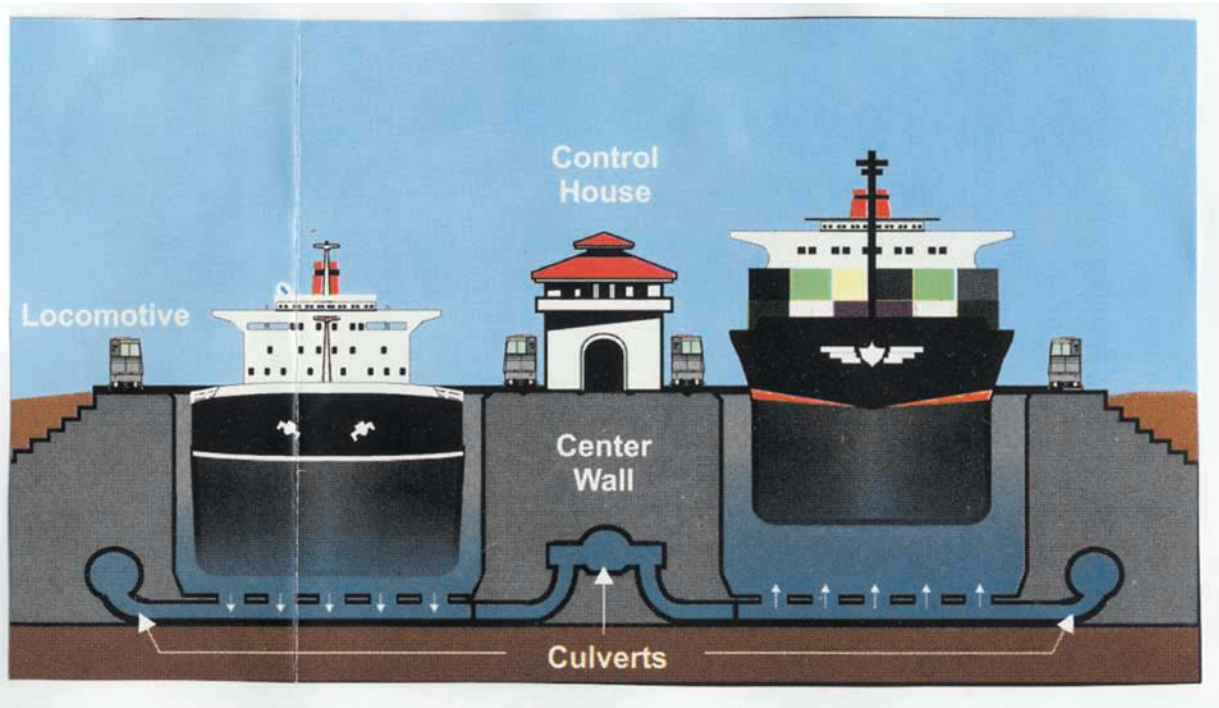


図-3 パナマ運河閘門断面図 (ACPパンフレットより)

万隻以上の船舶が通過している。

運河は3セットの閘門より構成され、各閘門は2本の航路を持ちガトン湖まで、海水面より水を利用して高さ26mの高さまで船舶を持ち上げる構造になっている (図-2参照)。そしてコルディーラ山系の大

分水界を越えて反対側の海水面まで船舶を下ろすことができる。この運河には船舶を昇降させる装置である閘門があるが、この閘門内に船舶を入れるために必要な水はガトン湖より得られる。また鉄の扉で仕切られた閘門内の水は下に重力で排水される。だ



写真-1 ペドロミグエルの閘門を通過中のコンテナ船

いたい20万 $m^3$ のガトン湖からの真水が各閘門内で船舶を昇降させるために用いられ、最終的には海に流される。またチャンバーを仕切る扉の大きさは高さ25m、重さ730トンもある。扉はパナマ運河の閘門で40対もあり、これらすべてはパナマ運河建設時のものである。扉は10年から15年で修理がなされている。

各閘門には最上部のチャンバーの中央にコントロール室があり、そこで水の出し入れの操作が行われる。(図-3)。

パナマ運河を通過するとき各船舶は運河の大部分のところは独自で航行することはできない。閘門を通過するときはミュージズとよばれる電気機関車の助けが必要である(写真-1)。この機関車はロープを使用して船舶を牽引し、一対の機関車が閘門内にある船舶をちゃんとその航行を保ちながらレールの上を走るが、船舶の大きさによっては4台から8台の機関車の助けを借りることもある。

このようにパナマ運河は船舶の航行には多くの作業が必要となり、また多量の水も必要で、通過できる船舶の数にもおのずから制限が出てくる。また閘門というネックを持つパナマ運河を通過できる船の大きさには当然のことながら制限がある。閘門のチャンバーは幅33.5m、長さ305m、深さ26mであるため船の最大の大きさは長さ294m、幅32m、喫水の深さ12mであり、船の建造当初よりパナマ運河を通過することが予測されるときはこの規模の船に建造され、パナマックス型の船と呼ばれている。船は箱型の不安定な船型のものである。

パナマ運河を通過するときの問題点は長さ12.6kmのゲイラードあるいはクレブラカットとよばれるパナマ運河の最狭区間があるが、全運河水路長の15%を占めている。Pedro Miguel閘門から

Gamboaまで地峡をコルディーラ山系の分水界をまたいでの開削区間が続いているが、最近この水路区間での拡幅工事が実施され、直線区間では152mから192mの幅に、また曲線部では222mまでに拡幅されパナマックス型船舶が支障なくすれ違い航行することが可能となりパナマの通過時間を短縮する一方、より安全に運河の通過容量を増加することが可能になった。

1914年パナマ運河開通当初はクレブラカットの航行水路幅は91m程度でその当時この運河を最初に通過したとされるパナマ鉄道所属のアンコン号と呼ばれる蒸気船が大西洋から太平洋に貫けるときにはクレブラの開削区間はやや狭い感じであった。その後航行水路は152mまでに拡幅されたが、パナマックス型の船舶が同時にすれ違うことは出来なかったため2001年末にさらなる拡幅工事により現在に至っていることになる。

パナマ運河は1999年12月31日の正午をもってパナマ共和国がすべての管理と操作および維持に対し責任を負うことになった。1997年6月11日に制定された法律19によってPanama Canal Authority (ACP、パナマ運河公社)にパナマ運河に関するすべてが委ねられた。このACPはパナマ政府より自主運営を任せられた公社で独自の規則と理事会で運営されている。またACPは理事長、副理事長の他に11人の理事メンバーにより運営されている。

現在パナマ運河は国家に所属し、これを管理するACPはこの運河を売買したり、譲渡したり、抵当に入れたりすることは出来ず、パナマ運河の海事や国際貿易が平和で支障がないような条件を維持するための役割を果たすだけである。

### 3. パナマ運河開削に伴う地すべり

パナマ運河開削で地すべりに悩まされた話はあまり知られていないと思う。

2つの海をパナマ地峡に運河で結ぼうとする考えは長年の夢であった。レセップスによってスエズ運河が成功しこの夢は現実に向かって前進していった。スエズ運河成功の余勢をかったレセップスは、さらにパナマ運河建設を計画した。1882年まで調査が実施され1884年には開削が開始されたが、そのころより地すべりが開削に重要な問題として持ち上がってきている。この地すべりの問題は第一フランス・パナマ会社が工事に伴う公衆衛生および財政上



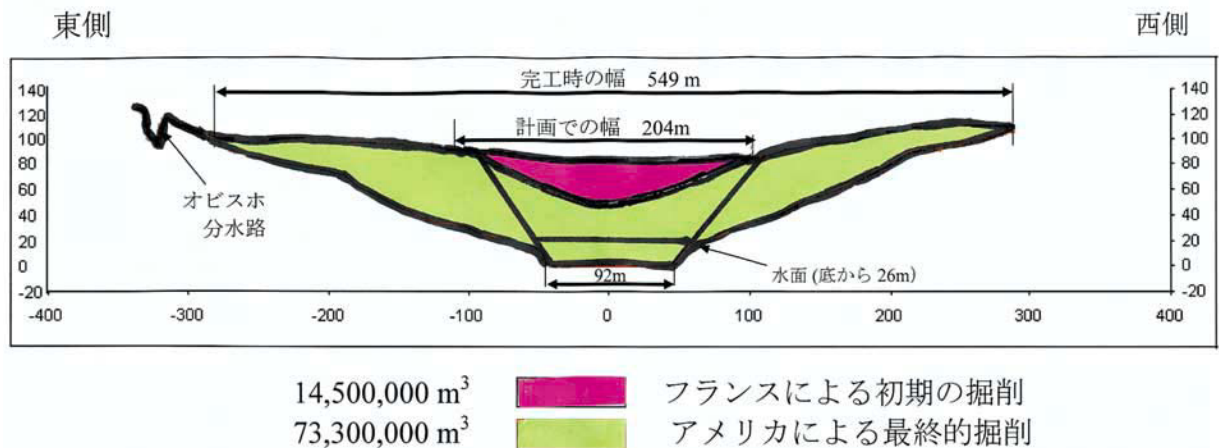


図-4 クレブラカット 掘削断面概略図

の問題より大きく、ついに1895年まで運河建設を断念する大きな要因の一つになった。

水平開削運河よりもさらに現実的な閘門式運河に計画変更し、第二フランス・パナマ会社が再び建設に乗り出した。閘門式にすることにより掘削量が減少し、開削地域の排水が容易になった。第二パナマ会社によって1903年まで著しい量の掘削が行われた。その後資金をめぐるスキャンダルや工事が難航するなどしたため、1903年パナマ運河は第二パナマ会社よりアメリカが運河にかかわる権利を買収し運河建設を推進することになった。アメリカによってなされたことは有能な技術者の指揮のもとに掘削や排水処理に最新の考えを導入する一方、マラリアや黄熱病を運ぶ蚊の徹底的な駆除を行うことによって難工事を突破して1914年遂に運河は完成することとなった。

#### 4. クレブラカットと地すべり

パナマ運河での一番の難工事はクレブラカットの延長約16km区間である。クレブラ（「蛇のような」の意味）山地は標高195mのゴールドヒルを最高点とする運河掘削地域であるが、平均標高で70m程度（クレブラの丘、標高103m）である。このゴールドヒルはクレブラカットの東に位置する丘であり、この丘はパナマ運河会社の最大の資産の一つとされていた。というのはこの丘に金が埋蔵されており、その金だけで運河の総建設経費以上がまかなえるとしてパリで発行された会社の設立趣意書に記載されているところである。掘削によって地すべりを誘発した東クレブラ地すべり地では掘削深度が原地盤線よ

り100～200mが必要となった。このクレブラカットはフランス人が最大の努力を払って敗北した地区である。この区間でアメリカが掘削した土量は7600万 $m^3$ という膨大な土量であり、このうち25%の1900万 $m^3$ は地すべり土塊からのものである。

クレブラカットの工事期間中（1904～1914年）総数64ヶ所の地すべりが発生した。クレブラ山地を開削するに当たり、技術者は総掘削量を最小限にするために掘削法面を一割に計画していた。レセプスやフランス人の技術者はギリシャのコリント運河のように垂直な掘削法面を考えた人もいたが、この予想はあまりにも楽観的であった。1：00の法面はあまりにも急斜面で降雨があるとしばしば地すべりを発生させた。図-4にクレブラカットの代表断面図を示したが、地すべりが発生した斜面の対策として安定勾配は最終的には4割程度の非常にゆるい斜面になった。このため図-4に示すように運河の両岸の法面肩間の水平距離は約550mになり掘削土量も必然的に膨大なものとなったことになる。

クレブラ山地の地質は非常に複雑で、漸新世（3000万年前）に堆積した堆積岩と玄武岩など5種の火山岩類より構成されている。風化した頁岩を主体とする上にゴールドヒルにみられるように硬質の玄武岩などが載るキャップロック型の地質構造をしている地域でもある。クレブラカット区間で発生した地すべりを大別すると二つのタイプに分類できる。掘削で最も大きなトラブルを起した地層はクカラチャ（ゴキブリの意味）層で砂岩とシルト岩の薄層を挟む、モンモリロナイトを含む頁岩である。含水比は10～20%と低い、地表より12～15mまではかな

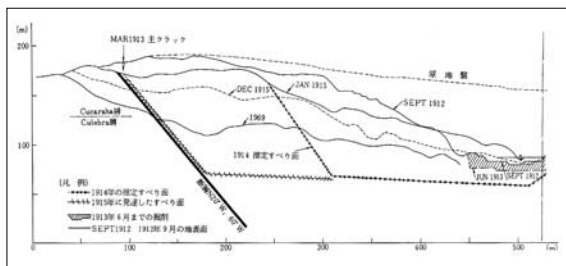


図-5 東クレブラ地すべりにおけるすべり面と掘削との関係  
(R. Lutton, 1975)



写真-2 東クレブラ地すべりの全景



写真-3 ゴールドヒルとその斜面对策工 (向井啓司氏撮影)



写真-4 クカラチャ地すべりとゴールドヒル (向井啓司氏撮影)

り風化している。この上層の粘土化した頁岩や風化頁岩は掘削中地表面にも平行したすべり面に沿って地すべりを発生させ、地すべり土塊は水を含み泥流状に流れ出した。このようなタイプの地すべりは雨季に多く発生し、柔らかい多孔質の表層が下層の岩盤斜面上をすべり落ちるもので、移動土層は粘土質でシャベルを打込んだら最後、再び引き抜くのは非常に大変な青色粘土層で、その崩土の排除は非常に苦労したといわれている。日本では新潟の第三紀層によくみられる風化岩や粘性土層の地すべりといえる。

第2のタイプの地すべりは掘削が相当深く進んだときに起こった。規模も大きく、第1のタイプの地すべりよりももっと厄介なものだった。1911年以後掘削が深くなるに従って発生するようになった未風化岩内に生じた地すべりによって何ヶ月、あるいは何年分の作業がまったく台無しになることがあった。これらの地すべりはラス・カスケーダス、ラ・ピタ、エンパイア、リリオ、東クレブラなどで発生し、全部で22回発生した。図-5は東クレブラの地すべりの断面である。1913年1月には運河中心部で原

地盤より85mの深度にまで掘削が進行したが、1913年3月に運河中心より約390m離れた運河東斜面に亀裂が発見されるなど変状が認められたため、1913年から1914年にかけて斜面上部の排土が実施された。しかし地すべりは安定化せず、その後の地すべりとの悪戦苦闘の一例を図-5に見ることができる。運河の掘削予定断面が地すべりで埋められると、この崩土を排土するとともに地すべり斜面の勾配と安定勾配に近づけるための平坦化の排土工が実施されており、現在に至っている。東クレブラ地すべりは1914年に運河水路に突入以来、現在も地すべり活動をしており、しかもこの運動は1914年の地すべりのすべり面と同じすべり面に沿っている。1915年8月には東クレブラと西クレブラの両地すべりが活動し、水深12mの水路より運河の底面が水面上に隆起したが、その後30年間地すべりの活動とこれに伴う運河の浚渫が続いている(写真-2)。同様なタイプの地すべりが東クレブラ地すべりに隣接するゴールドヒル(写真-3)、パナマシティ側のクカラチャ地すべり(写真-4)でも発生し、また1907年10月4日に連日の豪雨の中で第1のタイプの地すべりが発生した



が、1910年に基盤岩地すべりが発生した。この地すべりはその後も安定することなく1911年には運河断面まで岩や泥が流れ込み、また運河底が隆起したため、これを取り除くのに3ヶ月を費やした。そして1912年には年の3分1以上運河基底部の隆起部を取り除くのにかった。地すべりの活発なときには掘削機が土砂を取り除いても機械の位置はいつも同じ高さに停止していたといわれる。すなわち掘削しても掘削しても地すべりの末端隆起部は成長したものとされるし、地すべりの斜面上部は沈下したことになる。これら第2のタイプの地すべりは乾季に発生し、第1のタイプと発生メカニズムはまったく異なるものと考えられる。掘削前より対岸の抵抗力と釣り合っていた地盤内応力が掘削により水平と垂直応力の比が限界値に達し、局所的な受働破壊を起こし、この破壊は水平方向への頁岩の膨張を促進させ、層理面に沿って水平なすべり面が徐々に斜面内部に発達したと思われる。このすべり面に沿ったせん断強さも次第に残留強度に低下し、ついにすべり面の水平変位に対する抵抗力が潜在すべり土塊内の主働土圧に等しくなったとき地すべり運動に発展したと思われる。1911年に発生した巨大でやっかいなクカラチャの地すべりは当時の運河建設の総責任者ジョージ・ワシントン・ゲーサルス中佐に、活動して運動を停止せず、また運河の基底部を掘削してもすぐ埋めてしまう地すべりに向かって「ちくしょう、もう一度掘り返すんだ」といわせた。当時の地すべり対策は移動してきた土砂を排除し、移動土塊を安定化させるまでの平坦化工事と表面排水処理であったことが伺える。これは今の我々の地すべり対策工事のやり方とは全く異なり、必ずしも正しい地すべり対策とは思われない。フラタリング（平坦化をすることによって必ずしも斜面の安定率は向上しないし、またゲーサルスも後にわかったことだが地すべり地に降雨による表流水の流入を防止するために運河に平行に地すべり斜面の上部に建設された分水路が地すべり地への水の供給源になり地すべり誘発の原因になっている。しかし当初はゲーサルスはフランス人が掘削した運河掘削地に平行に建設された水路を拡幅した。流域より運河に流入する小河川が掘削地域に入らないように運河の東側にはオビスポ分水路（最小幅15m、長さ8.8m）と西側にはカマチョ分水路が建設された。クレブラカットは運河「最大の驚異」といわれた。地すべりにより運河の

底が不思議に盛り上がるのを見て多くの人々が心を奪われたといわれている。乾季には観光客が数百人から数千人訪れて丘の上の望覧台よりクレブラカットの掘削工事現場を見学したといわれといる。パナマ運河建設で重大な工事であり、より多くの経費が投入された運河両端の閘門やダムよりも人の関心をクレブラカットは引いたことになる。またパナマ運河開削には多量のダイナマイトが使用された。それまでどの国が戦争に消費したよりも多量の爆薬エネルギーを使用したとのことである。クレブラカットを見学した人々は山々に響き渡るダイナマイトの爆裂音に恐怖しながら壮大なクレブラカットの大土工事現場の光景に見入っていたと思われる。このクレブラカットはこの掘削を担当して運河完成を見ずして死亡したアメリカ陸軍工兵隊のゲイラード少佐の名をとってゲイラードカットと命名され、現在カンボアからペドロ・ミゲル閘門の間の区間をクレブラカットあるいはゲイラードカットといわれている。ゲイラードはウエストポイントの陸軍士官学校を卒業し、陸軍工兵隊に入り、パナマ運河建設ではゲーサルス中佐の下で働いていた。クレブラは地獄谷ともいわれた。クレブラカットの気温は38℃以下に下がることはなく、時には50℃～55℃に上昇することもあった。このような高温・多湿の中での工事は想像を絶する環境であったことは容易に考えられる。ところで東クカラチャ地すべりは運河開通後1986年10月13日に再度大地すべりを発生し、もう少しで運河を閉塞するまでになった。ゴールドヒルの後方斜面に堆積した玄武岩の岩屑が120m移動し、クカラチャ地すべりのの上に乗ったため、この玄武岩岩屑の载荷によりクカラチャ地すべりは活動を開始した。約30万m<sup>3</sup>の玄武岩岩屑がゴールドヒルより供給され、この载荷重によって押し出させた地すべり土塊はその量にして約40万m<sup>3</sup>が水路に入った。その後1985年にはゴールドヒルの安定化工事が実施された。この工事ではゴールドヒルから崩れ落ちてきた玄武岩岩屑を含めてクカラチャ地すべり頭部で約120万m<sup>3</sup>の排土工がまた地すべり地の表面排水路工とゴールドヒルの頭部排土（標高195mから177mまでの排土）と雨水浸透防止工として当時、消石灰による応急表面被覆工がなされ、また最近ではアスファルトの被覆工や、運河側の急な切取り斜面ではアンカー工が実施されている。



5. 地すべり監視体制

図-6の西クレブラ地すべりの例に示されるように、地質構造の複雑なクレブラカットの地表面移動観測を実施するためにすべての不安定地区に観測点が置かれている。過去に地すべり活動のあった地域の滑落崖の背後地斜面や移動土塊上に観測点は置かれている。これらの移動観測点はEDM (Electro-Optical Distance Measurement) と呼ばれ、光波による測距が行われている。通常雨期 (パナマでは4月から12月) に毎月1回測定される。しかしながら斜面が明らかに不安定になっているところは、より頻繁に観測が行われる。現在のクレブラカットは25の監視区域に区分され、278の観測点が設置されている。各観測点は観測用プリズムを据えるための直径63mmの垂鉛びきプレートが頭部に設置された標柱が用いられている。地上915mmの突出長とそれとほぼ同じ長さの根入れ長を持つ杭が地中にコンクリート基礎とともに埋設されている。各EDMは座標と標高が与えられ、これらの測定は安定している地域に設置してある基準点より測距儀で測定される。この基準点はEDM測定点の運河対岸に設置されており、地盤条件により長さが1220mm~1830mmと異なる長さの根入れされた直径100mmの垂鉛びきプレートを頭部を持つ標柱である。これらの基準点は定期的にGPSによりその位置がチェックされている。一群のEDM点の一つの基準点より測定される (図-7参照) 各EDM点は水平変位ベクトルと鉛直変位が毎月計算され、これにより各監視区域での斜面

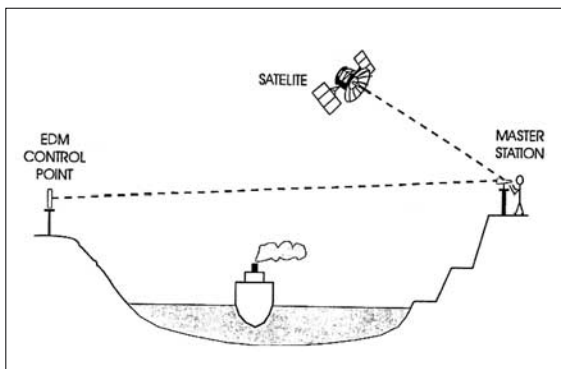


図-7 クレブラカットにおけるEDMによる地表変動監視法

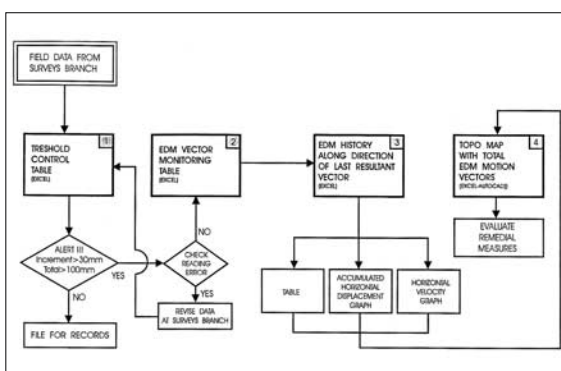


図-8 地表変動データ管理図

変動状況が把握される。測機の測定誤差は200~1000mの測定距離で5mm以下であるが、操作や気温、湿度、気圧などによって誤差は増大する可能性がある。これらの誤差を考慮すると約30cmの誤差が見込まれる。EDMの測定結果は図-8に示すように4つの表に出力される。EDM測定値が一定の基準値を

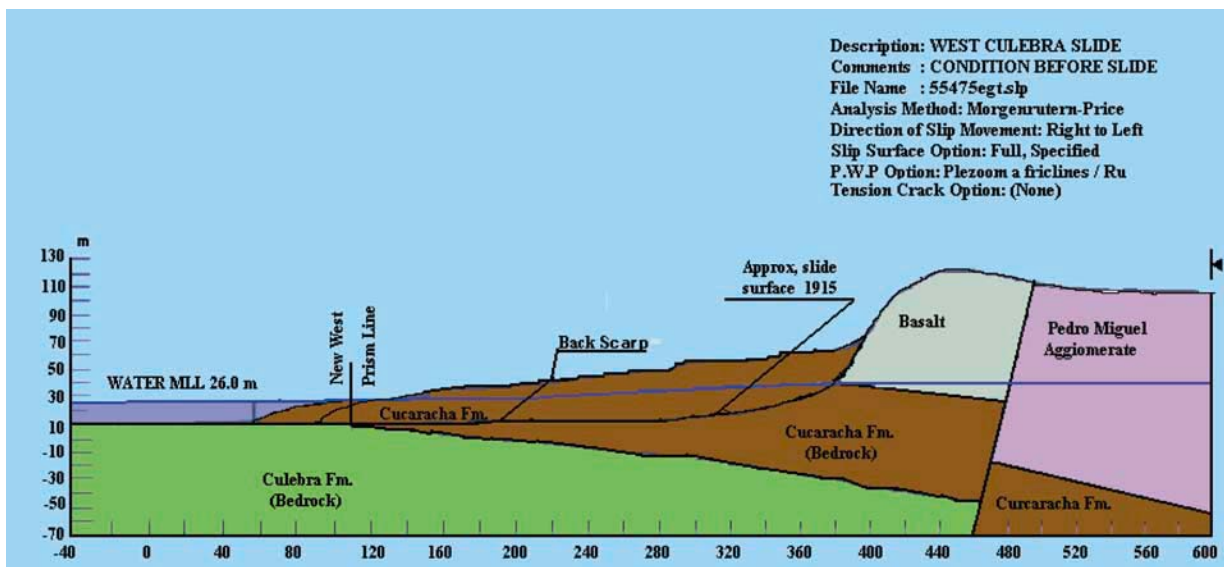


図-6 西クレブラ地すべり断面図



ENGINEERING DIVISION GEOTECHNICAL BRANCH LANDSLIDE CONTROL PROGRAM - EDM VECTOR MONITORING TABLE Edm Name: IR89-5									
READING DATE		HORIZ. MOV. ALONG CURR. RESULT. VECTOR				VERTICAL MOVEMENT			
Original	Current	Increment (mm)	Total (mm)	North Azimuth	SLIDE WARNING	Increment (mm)	Total Settlement (mm)	Sett. Rate (mm/month)	
5/4/93	5/25/93	4	4	44.8		0	0	0	
5/25/93	7/26/93	72	77	61.0		-20	-20	-10	
7/26/93	8/11/93	-6	70	55.2		-10	-30	-19	
8/11/93	8/25/93	7	77	55.9		20	-10	43	
8/25/93	9/20/93	1	78	51.0		5	-5	8	
9/20/93	10/25/93	9	87	44.6		-19	-24	-16	
10/25/93	11/22/93	4	91	44.6		2	-22	2	
11/22/93	5/5/94	1	91	50.1		-7	-29	-1	
5/5/94	7/25/94	-1	90	54.3		-8	-34	-2	
7/25/94	8/26/94	6	96	49.8		-21	-55	-20	
8/26/94	10/5/94	21	115	41.5	ALERT !!!	-4	-59	-3	
10/5/94	11/19/94	185	296	25.4	ALERT !!!	0	-59	0	
11/19/94	11/21/94	20	316	28.6	ALERT !!!	19	-40	28	
11/21/94	12/12/94	-6	309	24.9	ALERT !!!	-2	-42	-3	
12/12/94	1/19/95	-7	302	26.2	ALERT !!!	2	-40	2	
1/19/95	2/22/95	20	321	28.2	ALERT !!!	-5	-45	-4	
2/22/95	5/20/95	0	321	27.0	ALERT !!!	8	-37	2	
5/20/95	7/17/95	-14	307	27.0	ALERT !!!	-2	-39	-1	
7/17/95	8/28/95	1	309	27.5	ALERT !!!	-8	-47	-6	

Note: Alert !!! occurs when the Horizontal Movement Along the Current Resultant Vector, has a monthly increment greater than 30mm or a Total Accumulated Value greater than 100 mm.

図-9 ゲイラードカットのLirio地区におけるEDMベクトル表 (EDM LIR89-5地点)

超えると地すべりの警戒サイン (Alert!!) が発せられる。この警戒基準は水平方向のベクトルの増加が **30mm/月** を超えた場合や、合成水平方向ベクトルが **100mm** になった場合である。この基準値は過去 **20年**間の観測結果により設定されたものである。図-9にEDMLIR89-5観測点の移動ベクトルが示されているが、この観測点はクレブラカットのLirio地区のものである。また図-10にはAlertが発せられたある警戒地区の移動状況が示されている。これによりAlertの表示の出た観測点を持つ区域が地すべりを起す以前にこの潜在的に不安定になった地域と考え斜面安定工事の実施も可能となる。EDM観測により最近Alertが発せられた地区は東クレブラ地すべり、西クレブラ地すべり、東クカラチャ地すべり、ホッジ地すべりであり、玄武岩体でパナマ運河沿いで最高標高地点ゴールドヒルも運河と反対方向に傾動していることが観測され、現在注意が払われている。このように現在パナマ運河の約13kmのクレブラカット地区はコンピュータ管理された地表移動観測システムが有効に機能していると考えられている。これによりクレブラカットの地すべりの動きを初期の段階で認識することが出来、運河沿いの地すべりがすべりを起す前に対応策を計画・実施できることになった。パナマ運河沿いの地すべり地に対策についてパナマ運河委員会の地盤工学諮問委員であるJ. D. Duncan, N. R. Morgenstern, G. F. Sower, R. L. Schuster, W. F. Mareuson III, R. L. Wessonなどアメリカやカナダの著名な斜面や地震関係の研究者が年1回程度の指導を行っているとのことである。

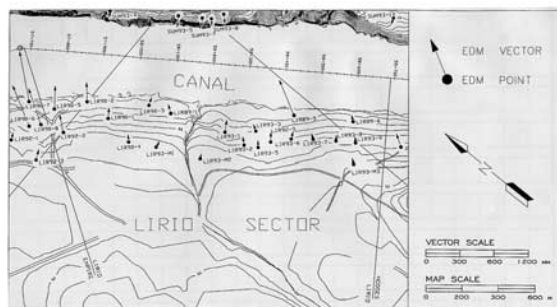


図-10 ゲイラードカット、Lirio地区における地形図上に表示されたEDM運動ベクトル

## 6. おわりに

2002年1月21日～23日に開催された第3回世界水フォーラム土砂会議「中南米地域会議」に出席する機会を得た。この会議はパナマ共和国のパナマシティで開催された。パナマは北アメリカと南アメリカをつなぐ陸の橋にあたる部分であり、このパナマ地峡に1914年パナマ運河が完成したが、この運河建設は大変な難工事で洪水、地すべり、黄熱病やマラリアなどによる多くの犠牲を伴った。パナマシティ滞在中、旧市街のカスコ・ピエホ地区にあるパナマ運河博物館を訪れることができたが、丁度ここで青山土特別展が開催されており、新潟の大河津分水の建設を実施した若き時代の青山士に出会うことが出来たのは望外の感激であった。パナマ運河建設に伴って地すべりが多発したというレポートは読んでいたが、実際に現地を訪れゴールドヒルから見下ろすクレブラ地すべりやクカラチャ地すべり、またこれらの地すべり地帯を大きく流れる運河とそこを通過する巨大なコンテナ船など長年の夢が叶えられた感動は一生忘れることができないものである。日本経済にとってパナマ運河の重要性は年々増しており、運河を通過する日本船舶は常時全体の3分1ともいわれている。パナマ運河の一つの障害は地すべりであるが、今までの地すべり対策工が効率的に実施されたかという疑問が残るところである。将来技術協力の余知が十分あると考えられる地域であり、また第2パナマ建設に関しても地すべりの問題は非常に関心のあるところである。最後になりましたが第3回水フォーラム土砂委員会に出席する機会を与えて下さった国土交通省砂防部や砂防地すべり技術センターの関係各位に心からお礼申し上げ、また第3回水フォーラムが成功裡に終わることを祈念しております。