

第4章

……自然との共生をめざして

災害に強い川づくり

「灘の酒」に代表されるように、表六甲の河川は地域社会の経済や文化の基盤をなし、多くの恵みをもたらしてきた。その一方、急勾配で流路が短く、市街地を流れるという特性から、一度災害となれば甚大な被害を引き起こしてきた。地元住民にとって今以上に親しみやすく、非常時にも役立つ河川を目指して、地震後に顕在化した問題点を基に「防災ふれあい河川整備計画」や「阪神疏水構想」などが進んでいる。



住吉川整備イメージ図

第4章 （自然との共生をめざして）



1. 震災時の河川の役割

地震発生直後、河川に一番に求められたのは消火用水の取水だった。都賀川のように水量が豊富で、堰上げしやすい河川では実際に取水が行われたが、表六甲河川全体を見れば水量そのものが少ないことに加え、河川内へのアクセスがよくないことから、取水できない河川が多かった。

さらに数日経つと、水道の復旧の遅れに伴い生活用水の取水源としての役割が求められた。水質が適さないこと、給水車等が巡回したことにより飲料水としては期待されなかったが、洗濯や水洗トイレ用など生活用水を河川に求める人が多かった。ここで問題となったのは、河川の水量・水質が十分でないことだった。水が少ないうえに三面張りの河川のため、水深が浅く、バケツでは水を汲みにくいなどの日頃は気付かない不便な面が問題となった。

河川へのアクセスについては、災害直後の消火用水の取水は消防隊員等が対象となるため特に問題はなかった。しかし、生活用水の取水では、お年寄りを含む一般市民が実際に自分で河川内に入って水を汲んだり、洗濯ができたのは、河川内に手軽に下りられ、かつ水質も悪くない住吉川や都賀川など一部河川に限られることとなった。

また、道路上に家屋が倒壊した場合、比較的規模の大きな河川ならば河川内を歩くことができるはずだった。しかし、河川へのアクセスそのものができないために有効な利用は図れなかった。



震災直後（都賀川から消火用水を取水）



震災直後（都賀川河川敷で洗濯する市民）



震災直後（住吉川の水も生活用水として活用）

2. 復興に伴う新しい川づくり

日本の都市は元来、そのほとんどが河川に沿って発達してきたこともあり、河川に対してもさまざまな防災対策が採られてきた。しかし、その大半は洪水による災害を防ぐことを目的としており、地震に代表されるその他の都市災害への対応は遅れていた。今回の地震でも消火用水が取水できない、避難路・避難場所として利用できないなどさまざまな問題点が指摘された。これは川という都市の貴重な空間を、都市計画のなかで十分に生かされていなかった結果と考えるべきだろう。



防災ふれあい河川拠点整備構想イメージ図

今後の川づくりにおいては、単に被災した護岸を復旧するだけではなく、普段は水に親しめる心地よい川でありながら、いざというときには都市災害から市民を守ってくれる川に整備する必要がある。

これからの表六甲の川づくりは「防災ふれあい河川整備計画」として、①水害に強い川づくり②地震に強い川づくり③親しみやすい川づくり④存在感のある川づくり、という4つの基本理念のもとに進め、「災害に強い川」「街づくりと一体となった川」を目指す。

3. 河川緑地軸の整備

兵庫県では防災ふれあい河川の整備を進める一方、神戸市では復興計画の中で「防災緑地軸」の一環として河川緑地軸の整備を進めている。防災緑地軸は、河川・道路・緑地等を災害時には避難路や緊急車両の通路、延焼遮断帯等の機能を持たせた都市構成軸として位置付けている。

これらの軸を格子状に構成して防災生活圏の骨格を形づくるとともに、人々が快適に歩き、憩い、自然とふれあう空間としても活用できる“水と緑のネットワーク”を形成するよう計画されており、河川緑地軸については防災ふれあい河川の整備計画と整合を取りながら整備を進めることとなった。

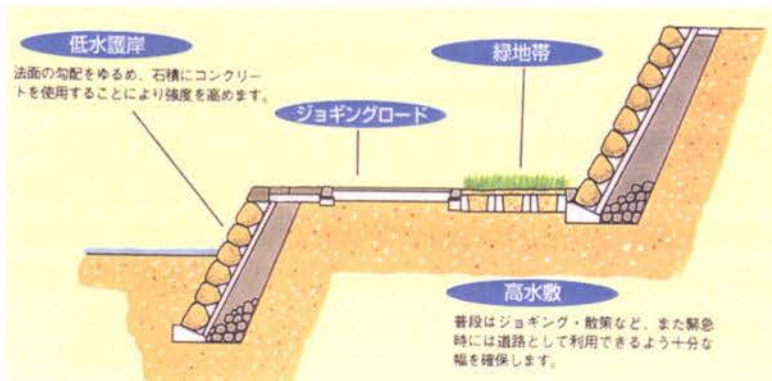
防災ふれあい河川の基本理念とその施策

災害に強い川

- | | |
|---|---|
| <p>1 水害に強い川づくり</p> <ul style="list-style-type: none"> ●2次災害の防止 ●治水安全度の向上 ●河川管理体制の強化 ●緊急避難体制の確立 | <p>2 地震に強い川づくり</p> <ul style="list-style-type: none"> ●防火帯の形成 ●消防水利 ●緊急生活用水源 ●避難路、復興路の提供 ●防災拠点の整備 |
|---|---|

街づくりと一体となった川

- | | |
|---|--|
| <p>3 親しみやすい川づくり</p> <ul style="list-style-type: none"> ●斜路、階段の整備 ●渡り石の整備 ●遊歩道の整備 ●河畔公園との一体化 ●生態系に配慮した河岸等の整備 | <p>4 存在感のある川づくり</p> <ul style="list-style-type: none"> ●街の顔としての修景 ●川にあった街づくり支援 ●2層河川の整備 ●親水拠点づくり ●緊急河川敷道路の整備 |
|---|--|



住吉川断面イメージ図



防災ふれあい河川：住吉川（親水護岸）

4. 防災ふれあい河川整備の具体化

(住吉川中小河川改修事業)

住吉川は震災で護岸を中心とした多数の箇所が被災。被災延長は左岸 1,089.3m、右岸 1,041.1m に及び、これらについては災害復旧工事を施した。住吉川中小河川改修事業は、災害復旧工事と同時に「防災ふれあい河川整備計画」実現に向けて、延長 2,810m にわたり改修工事を実施するものである。

防災ふれあい河川の整備に関する施設では、「災害に強い川」づくりとして空石積の護岸を練石積改良して耐震性を向上させるほか、高水敷を緊急用道路として利用するためのスロープ、常時の親水利用にも配慮した親水プール、緊急時の取水のための取水用ピット（1m 四方、堰板による堰上げも含めた取水水深 0.5m 程度）などの設置が挙げられる。

また、もう一つの柱である「街づくりと一体となった川」を目指しては、低水護岸のうち親水利用が期待できる箇所を 1:1.5 の護岸勾配を持つ自然石階段護岸等にすほか、高水敷をジョギングや散策がしやすいように改良する。

これらの整備により、住吉川は復興する神戸の顔となる川としてよみがえることになる。

5. 阪神疏水構想

表六甲の河川は、流路が短く、勾配も急で流域も小さいため、常時の水量が極端に少ないのが現状である。このため震災直後は、水道の寸断に伴う消火用水の欠乏から、都市型災害の典型とも言える同時多発の火災延焼での被害が甚大だった。さらにその後は生活用水の不足など、河川水の利用に関するさまざまな問題が顕在化した。

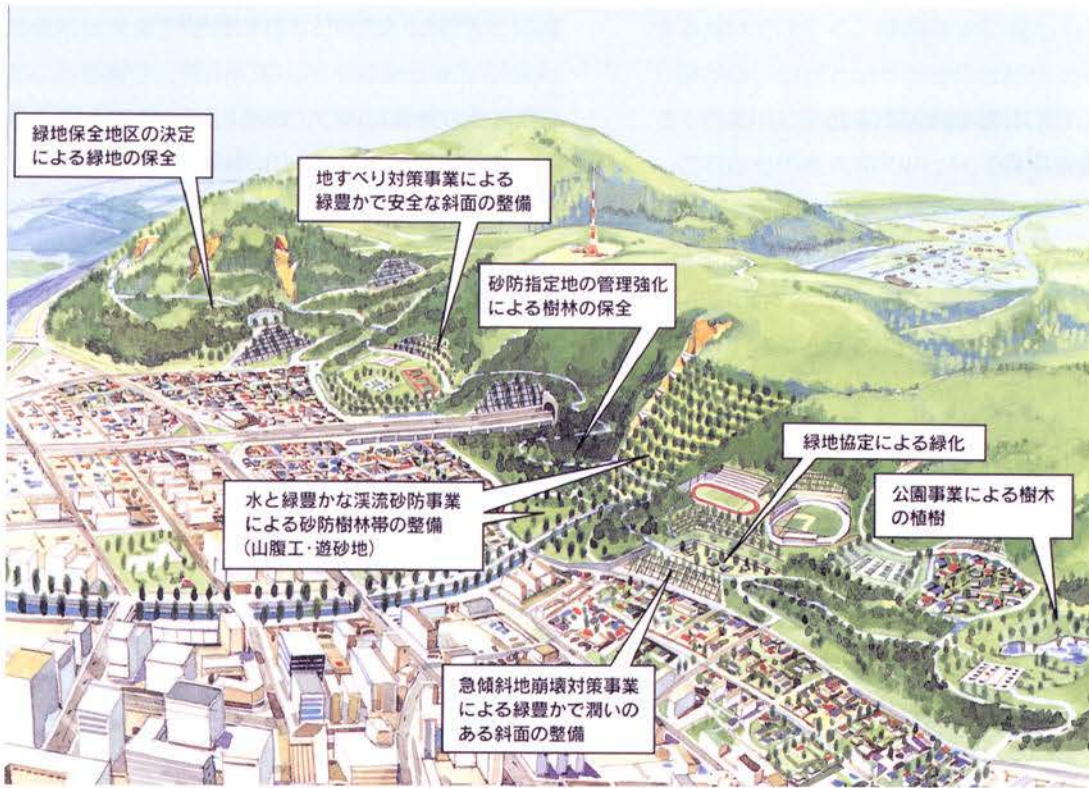
そこで、常時の環境用水や緊急時の消防用水等の供給源として河川流量を安定確保し、継続的な利水を可能にするため、淀川水系から自己流量の乏しい阪神地域の河川に水を導入する「阪神疏水構想」が浮上した。この構想の具体化により安定した河川流量が確保されれば、「防災ふれあい河川」の整備による低水路や親水プールは常時の魅力をさらに高めることになる。加えて、非常時には消火用水、生活用水の取水源としても十分な機能を果たすことができることとなる。



阪神疏水ルート（案）

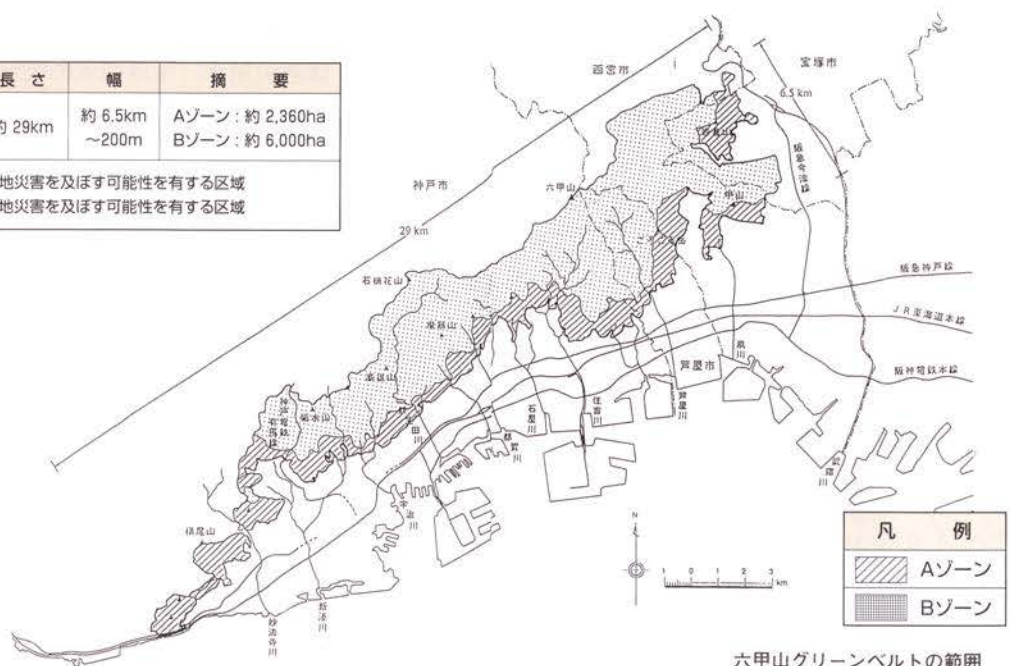
六甲の緑を多目的に活用

六甲山系は地震により山腹の崩壊や山体の緩みが生じ、土砂災害による二次災害の恐怖が続いており、山体そのものの強化が必要となっている。また、震災は都市で生活する者にさまざまな教訓を残し、「緑」についても単に潤いを与えるという環境面にとどまらず、延焼防止など防災面で有効性が再確認された。六甲山系の緑の保全と都市のスプロール化防止、さらに山地からの災害防止を総合的に実施していくために、六甲山系グリーンベルトの整備を目指す。



整備事業イメージ図

	面積	長さ	幅	摘要
六甲山系 グリーンベルト	約 8,360ha	約 29km	約 6.5km ～200m	Aゾーン: 約 2,360ha Bゾーン: 約 6,000ha
Aゾーン: 直接的に市街地に土地災害を及ぼす可能性を有する区域				
Bゾーン: 間接的に市街地に土地災害を及ぼす可能性を有する区域				



六甲山グリーンベルトの範囲

1. 経緯

六甲山系グリーンベルトの整備は、平成7年7月に策定された「阪神・淡路震災復興計画（ひょうごフェニックス計画）」において、“災害に強く、安心して暮らせる都市づくり”の主要プロジェクトの一つとして位置付けられた。

グリーンベルト構想について広く学識経験者や市民の意見を聞き、計画内容を豊かにするため、建設省六甲砂防工事事務所は9月と10月に相次いで「六甲山系グリーンベルトの整備に関する懇談会」、「六甲山系グリーンベルト整備基本方針策定委員会」を設置。12月には懇談会からの提言が、翌8年3月には委員会から整備基本方針に対する意見がまとめられた。

これらの提言や意見を踏まえ、国、県、市等の関係者と調整を進め、協力を得ながら整備を図ることとしている。

2. 整備の目的

六甲山麓地域の健全な生活環境の確保を目的に、土砂災害に対する安全性を高めるとともに、緑豊かな都市環境や自然環境、景観の保全、創出を図るため、以下の4つの機能を持つ一連の緑地帯を市街地に接する山麓から山腹にいたる斜面に整備する。

- (1) 土砂災害の防止
- (2) 良好な都市環境、風致景観、生態系および種の多様性の保全と育成

(3) 健全なレクリエーションの場の提供

(4) 都市のスプロール化防止

3. 範囲

目的達成のために必要な範囲として、宝塚市から神戸市に至る六甲山系の表六甲にあたる稜線を上端とし、保全の対象となる市街地の外周（市街化区域に接する）線を下端として設定。土砂災害の防止を念頭に、地形的・位置的条件によりAゾーン（直接的に市街地に土砂災害を及ぼす可能性を有する区域）とBゾーン（間接的に市街地に土砂災害を及ぼす可能性を有する区域）に区分けした。

4. 整備の進め方

六甲山系グリーンベルトが有する機能を最大限に発揮できるように緑地を担保し、土砂災害防止のうえで必要な施設整備、維持管理ならびに調査研究を可及的速やかに実施する。法に基づく行為制限等の周知を行うとともに、利活用等についてのルールを定め関係者に明示する。

それと並行して、Aゾーンでは土地の公有化などを図り、適正な管理を行うために手段として都市計画決定し、都市計画上の位置付けを明確化する。Bゾーンでは、健全な公的利用を許容しつつ、自然環境・風致景観の保全やレクリエーション利用との調整を図る事業等の推進を図る。

警戒・避難体制確立へ

土石流や地すべり、崖崩れなどの土砂災害から貴重な人命・財産を守るためには、より正確な情報と的確な情報伝達に基づく警戒・避難体制の整備・拡充が望まれる。今回の震災を機に実施される「緊急情報基盤整備事業」では、これらの情報の指標となるデータの収集・処理に関する機器や装置の設置、さらに中継から伝達に至るまでの系統化された予警報システムの構築を目指す。

1. 現状

六甲山系には、県内の約2割にあたる662カ所の急傾斜地危険箇所が集中している（平成3年調査）。震災後、緊急に整備が必要なものについては対策を講じているが、対象箇所が多く、要対策箇所の整備率は全国的にも比較的高い水準を示しているが、危険箇所に対する整備率はまだ低く、早急に整備することが緊急の課題となっている。

これらの地域では地震による地盤の緩みが想定され、二次災害の発生が懸念されることから、今後は施設整備などのハード対策に加えて情報により早期に警戒・避難が可能となるようなソフト対策の充実を図る必要がある。

急傾斜地の崩壊危険予測は現在、雨量を基準としている。しかし、警戒基準雨量による警戒・避難体制は、雨が降りやんだ後の体制解除の判断に苦慮することがあり、これに代わる危険予測の手法が求められている。

2. 六甲山系の崩壊と対策

急傾斜地の崩壊、とりわけ今回の地震後に六甲山系で見られたような表層崩壊に対する危険予測を行うために必要不可欠なメカニズムについても、各大学、研究機関において調査・研究が進められており、このような崩壊発生の重要要因の一つに、地下水による影響が指摘されている。

そこで兵庫県では平成8年度から、地下水を崩壊危険予測基準の一つのバロメーターとする危険予測システムの可能性について検討するために観測体制を整備。データを集積し、崩壊メカニズムとの相関性を検討することで新たな危険予測基準の検討と系統的情報伝達基盤の整備を実施している。

3. 対応状況

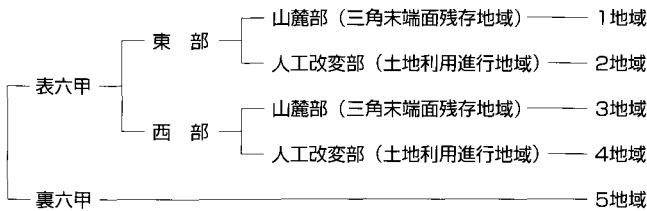
より有効な情報基盤整備事業を進めていくため、平成8年度は、斜面を形成する土質の物性等の情報に降雨や地下水の情報、降雨に対する動態観測データの応答特性などを加味して斜面の危険度評価特性などを行うためのデータの選択、収集ならびに集積方法について検討、実施した。

実際にこのような観測システムを構築するまでには多くの検討課題があるが、特に今回の地震による影響をどのように考慮するかということが挙げられる。本来の斜面崩壊のメカニズムとは違ってきている可能性もあり、今後広く警戒・避難を検討する際の課題となる点でもあるため、現地踏査等を通じて学識経験者などの意見を聞きながら検討した。具体的な検討内容は次の通り。

(1) 地域区分の検討

検討対象箇所を分布、地形、土地利用条件により5

地域に区分した。



①地域区分

ア. 表六甲、裏六甲の区分

六甲山系の分水嶺をもとに区分した。ただし、西側については鉢伏山の北西に位置する断層を境に、表六甲、裏六甲の区分とした。

イ. 表六甲の東部、西部の区分

丸山断層を境に東部と西部に区分した。この区分によると、地質的に東部では古期花崗岩が主体となり、西部では六甲花崗岩が主体となる。

②現地踏査箇所を選定

土地利用状況、兵庫県南部地震による影響などを考慮し、地域を尾根地形（じょうらん擾乱区域）、谷地形（非擾乱地域）に分けて各3カ所ずつ、計6カ所を選定した。既存資料から斜面の大部分に対策工が施されている箇所、斜面面積が小規模なものは除き、選定箇所は当初、30カ所を計画した。

③現地踏査

対象となる30カ所に対し、現地の状況把握、現地調査方針・調査項目の検討に必要と判断される現況の把握を目的として地表踏査を実施した。

その結果、斜面の規模、変状、風化層の厚さなどの点から、裏六甲においては調査目的を満たすと思われる候補地がなかったため現地調査は行わず、検討箇所は表六甲地域のみとした。

④現地調査：観測箇所の選定

当初は継続的観測が可能であり、地域ごとに代表する箇所2カ所（擾乱・非擾乱）・計10カ所程度予定。最終的には8カ所を選定した。

今回の調査観測は地下水を主要項目としており、さらに限られた場所での観測であるため、主に局所的な微地形に影響されると考えられる。このため選定条件として、地形区分結果を利用する場合には局所的な地形区分結果に重点を置いた。ただし、集水という点では、対象箇所上方の面積、集水域を含む全体の地形も考慮した。

[現地調査箇所の選定における留意点]

ア. 地形地区による分類箇所配分について

現地調査箇所8カ所は各地区と地形にできる限り均等に配分されるようにした。今回の対象

地域の尾根型斜面は既に地震によるセン断を受けており、本来の斜面崩壊のメカニズムとは違ってきている可能性がある。今回の降雨に対する応答特性等から危険度を判定する際、ほかの斜面とは条件が異なりすぎていると考えられる。

イ. 斜面形状による分類について

現段階では図面から判断し、斜面を大きな区域で尾根、谷、直線型地形と区分しているが、実際の試験箇所は斜面の小さな区域となるため、試験箇所における尾根、谷、直線地形の判断を現地踏査で行い、調査箇所選定の参考とした。

⑤現地調査：観測項目

- ア. 地下水位観測・ボーリング
- イ. 弾性波探査
- ウ. サウンディング
- エ. 現地測量
- オ. 電気探査
- カ. 植生
- キ. ピット
- ク. 変位・変形観測
- ケ. 土質試験
- コ. 雨量

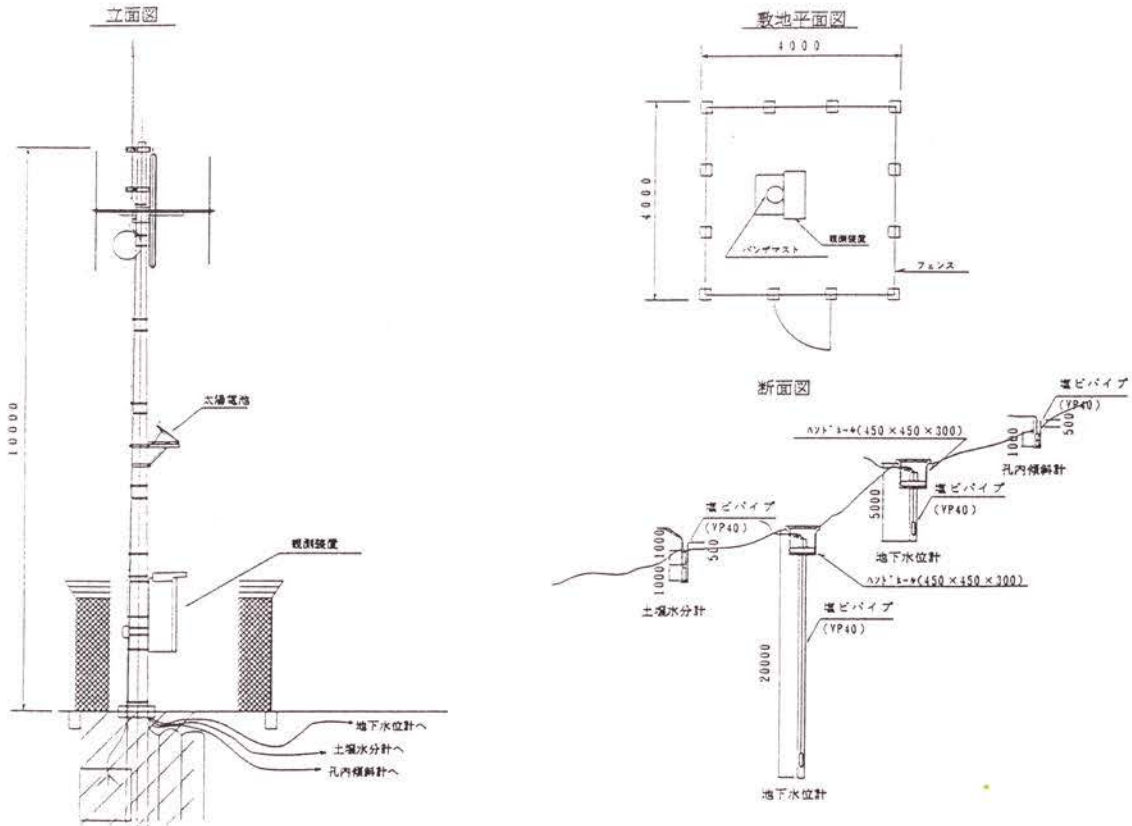
⑥観測システムの検討

常時、異常時のデータ転送手段の確保、データ欠

測の回避などを考慮し、無線、有線、衛星回線などを独立または並列で使用した場合について検討した。また、データ処理方法に関しては長期間の観測に対応することを念頭に、今後の降雨、地下水データと動態観測による変位データについての解析方法や解析手段をも考慮し、検討した。データ管理の一元化と有用データの共有化についても検討し、データ転送検討時から関係機関とも協議を重ねた。

今後、収集・整理されたデータは適宜、整理・解析され、情報基盤整備事業のもととなる斜面崩壊危険度評価の一つの方法として確立していき、土砂災害の備えとする。

現地調査カルテ



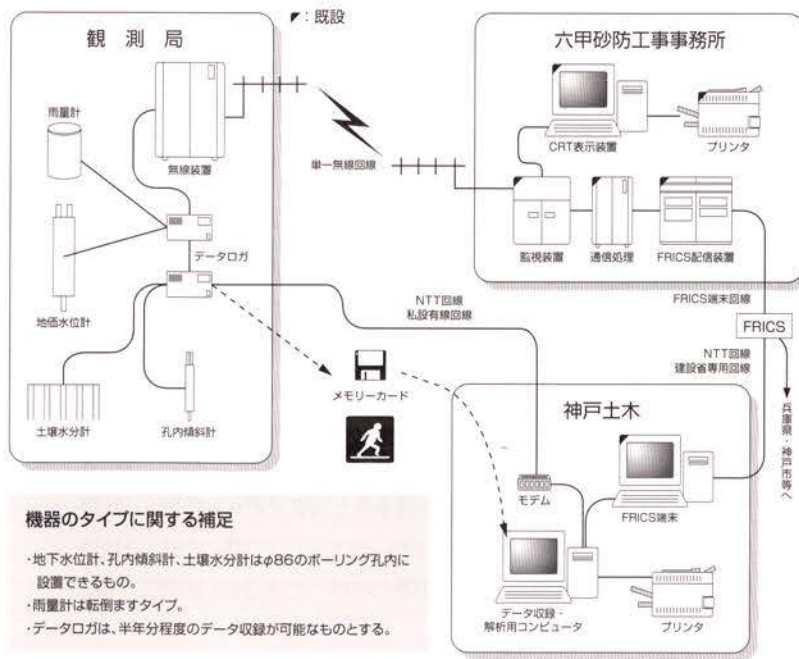
観測局装置配置図

観測システムの基本構成

観測システムは、下図を基本に構成する。

水位・水分・傾斜・雨量に関する情報は、NTT回線または私設有線回線を通して神戸土木事務所へ伝達する。また、異常気象時などにおける回線切断時に欠測を生じないよう、観測地点においてもデータ蓄積する。

なお、水位・雨量に関する情報は、警戒避難の判断を行ううえで重要であるため、災害耐性に優れる無線回線により建設省六甲砂防工事事務所へ情報伝達するとともに、FRICSを経由して神戸土木事務所や兵庫県、神戸市でのモニタリングを可能にする。



機器のタイプに関する補足

- ・地下水位計、孔内傾斜計、土壌水分計はφ86のボーリング孔内に設置できるもの。
- ・雨量計は転倒ますタイプ。
- ・データロガは、半年分程度のデータ収録が可能なものとする。