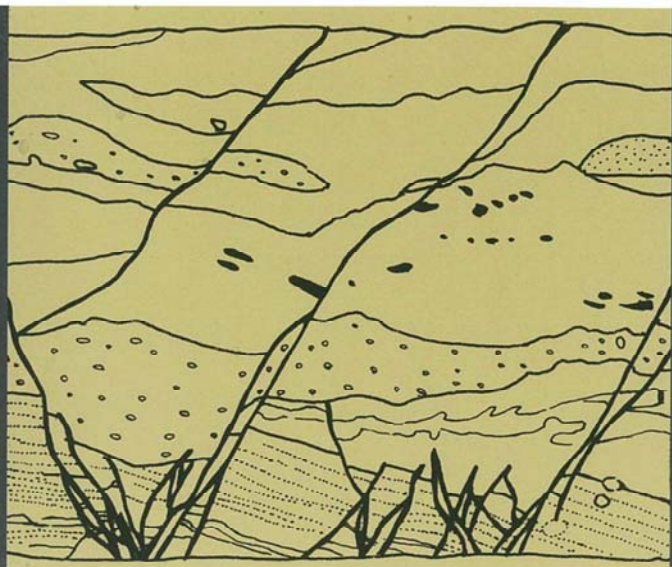


応用地質技術年報



OYO
TECHNICAL
REPORT 1997

兵庫県南部地震特集号

応用地質技術年報

OYO TECHNICAL REPORT

兵庫県南部地震特集号



応用地質株式会社



震災直後の火災状況

(共同通信提供)



神戸市東灘区深江，阪神高速道路で600mにわたり高架橋が横倒しになった。



神戸市長田区内の火災による焼失地域



神戸市東灘区、国道2号沿いの木造建物の倒壊状況



神戸市長田区、木造建物の1階部分がつぶれた。



神戸市灘区、木造建物の被害状況。被害のなかったものも見る事ができる。



西宮市相生町、S造建物の低層がくずれて、
阪急電鉄の線路をふさいだ。



神戸市中央区、神戸市役所旧館8階のうち6階部分がつぶれた。写真奥の新館にはほとんど目立った被害はなかった。



神戸市中央区、ホテルの低層および道路向きの1階角部分がくずれた。



北淡町野島付近、地表にあらわれた地震断層



北淡町野島付近、地表にあらわれた地震断層、右横ずれ逆断層、水平変位約1.5m、上下変位約1m



神戸市中央区ポートアイランド、液状化による新しい埋立護岸のはらみ出しと護岸裏の沈下、亀裂。



神戸市東灘区、神戸フェリーセンターでの液状化による岸壁の沈下状況。



大阪市此花区、淀川左岸での液状化による堤防の沈下状況。



大阪市此花区、上記淀川左岸堤防(西島地区)の復旧後の状況。



神戸市灘区、西谷山の山腹崩壊。やせ尾根を狭んで両沢の斜面が広範囲に崩壊した。



西宮市仁川、浄水場脇の崖くずれの状況。民家10数戸が埋没した。

兵庫県南部地震に関する年報特集号を刊行するに当たって

今年に応用地質の創業40周年にあたる。われわれは40年間の成果を祝うとともに、これを再創業の門出としてとらえ、より強いOYOを作る覚悟である。

40周年の記念事業の一つとして、43年前に深田地質研究所が創立され、その3年後にコンサルタント事業部を独立させて応用地質調査事務所を設立して以来の経緯を物語風にまとめた「地質工学の創造」を刊行する。この本の中には、これまでの、とくに創業期の意気込みや日本が高度成長を果たす中で、土木・建設・防災・環境といった分野に地質学を普及させ地質学を工学として発展させるべく努力してきたOYO40年の歴史を物語風にまとめてある。

2年半ほど前に、兵庫県南部地震が発生した。この地震は阪神・淡路大震災と呼ばれる激甚な被害をもたらした。とくに、近代的なビル、高速道路の高架橋や、ポートアイランド・六甲アイランドなどの埋め立て地にアクセスする近代的な土木工学の粋をこらした橋梁などに予想することの出来なかった大被害をもたらした。

地震発生後、被災地を訪れて阪神高速道路の高架橋がほとんど全面的に被災している状況を見、三宮駅付近のほとんどの近代的ビルが被災している状況を見て、私は鳥肌の立つ思いであった。技術者として、重たい敗北感に襲われる反面、地質学を学んできた者として改めて地球の息吹を感じる思いをした。

「地質工学の創造」は応用地質40年間の目標ではあったが、神戸の被害を目の当たりにして、私は「たどり来て未だ山麓」という感じを持った。私は40周年を機に「再創業」を全社員に訴えている。いま、1500人の社員からなり、年商450億円の一部上場会社になった状況で、創業時の精神に戻れといっても、無理なことかもしれない。しかし、われわれは災害列島に住み、これからもいろいろな災害と闘っていかなければならない。その戦いの中で、地質学が果たす役割は大変大きいと私は信じている。地質学・地球物理学・岩石力学・土質力学・地形学・地球化学などをさらにインテグレートして、土木・建設・防災・環境の分野に応用していく科学的な対応がこれからもきわめて重要であることを、強く訴えたい。

われわれが生活している日本列島は災害列島である。不幸にしていくつかのプ

プレートがぶつかり合う世界でももっとも地質構造の複雑なところであり、その地質構造は今でも進行形の列島である。世界一の地震多発地帯であり、プレートの沈み込みが列島を隆起させ、火山活動を盛んにし、山地地形はきわめて若い。不安定斜面が多く、集中豪雨の度に土石流が、斜面崩壊が発生する。

兵庫県南部地震は大きな刺激をわれわれに与えた。私と同じように、この地震の激甚な被害に大きな刺激を受けた多くの職員がいる。われわれは大きな地震が発生すると何時もそうしているように独自の調査団を組織して現地に派遣した。大阪にある関西事業本部、神戸にある支店の職員も一緒になって被害の実態調査を行い、何時もそうしているように「兵庫県南部地震調査報告」をまとめるつもりであった。

地震の発生した当日の朝8時半、関西事業本部からの連絡が入り、被害の実態は不明であるが激甚な被害地震であるという報告を受けた。私はちょうどその一年前にロスアンゼルス郊外で発生したノースリッジ地震に調査団を派遣し、私も被害の実態を視察にいていたので、直下型地震の被害に経験があり、テレビで阪神高速道路高架橋の転倒した被害を見た時点で、とんでもない被害が発生した地震であることを理解したので、その日の午前中には震災対策本部を設置し、当社独自の調査団派遣を決め、被害の全体像をいち早く掌握するために調査団が使うヘリコプターをチャーターすることも指示していた。

震災対策本部は関西事業本部に設置し、本部長には伊東関西事業本部長をあてた。伊東本部長からは災害の緊急調査・応急対策、復旧対策、予想される大規模な余震による二次災害にたいする緊急点検など、次々に依頼されてくる状況が報告された。私はこれまでお世話になった発注者を始め、地域の方の要請にはすべて応えるように指示した。緊急な調査活動はすぐやらなければ意味が無くなるので、調査の契約が出来ようと出来まいと本部長判断でどんどん実行するように指示した。全社で、売上に対する原価率が1%悪くなくても良いと言う考えで、3億円までは使っても良いと指示した。不足する技術者は全国の事業所から応援をさせるから、これまでお世話になった発注者や関係機関から困ったときに頼まれたことを断るようなことはするな、と指示したのである。

しかし、被害の実体は私の想像をはるかに超えていた。述べ、4,000人・日の

応援部隊が各事業所から駆けつけて、それでも十分なことが出来ないという悩みが長い間続いた。幸いに神戸支店のはいっていたビルはごく軽度の被害しか受けなかったので、活動の中心拠点になり、ホテルの多くが電気が来ない、水がでないという中で、戦争のような状況が長い間続いた。神戸支店はほぼ2年間不夜城の様相を呈した。

過酷な労働条件であったとあって良いであろう。神戸支店の職員の中には自宅が大きな被害を受けたものもあった。身の回りの始末を後回しにして、頼まれた緊急調査に日夜を過ごした多くの職員の努力に深く敬意を表するものである。

そのような緊急な仕事に不眠不休で取り組みながら、この震災に学び研究的な資料を収集整理して将来に備えたいという気持ちで仕事をする職員が多くいたことは、それがOYOの伝統であるとは言え、頭の下がる思いであった。いつもであれば、独自に地震被害について調査したことを「調査報告書」にまとめて数カ月以内に発行するのであるが、今回はあまりにも多くの緊急な調査、応急復旧のための調査設計、復旧工事に対する施工管理などに全力投球する状況が続いたことから、そのような余裕がなかったのが実状であった。

始め、あまりに激甚な被害であったことから、特殊な地震ではないかという疑問が持たれた。幅1.5km、延長20数kmの震災の帯が出現したのも今回の地震の大きな特徴であったために、いろいろな研究機関によって多くの調査・研究が進められた。これらの調査・研究報告は一つの書棚をいっぱいにする以上のものがある。

今回の年報特集号には、このような経緯の中で、当社の多くの職員が忙しい業務を処理しながら研究的に取り組んできた中で得た知見をまとめておきたいということがあり、また一方で、各研究機関で発表された膨大な調査・研究結果をある程度レビューして、現在残された問題を整理して、今後の参考にしたいという考えからまとめたものである。

私は、このような予想もしていなかった大きな地震の被害に対しては、さらに十分な期間をとって徹底的な調査研究を進めることが必要であると考えている。新潟地震は緩い砂地盤の液状化によって激甚な被害をもたらした。新潟地震以後、動土質力学は長足の進歩を遂げ、それが耐震設計の基準に反映されるようになって

た。しかし、そのような研究が体系的にまとめられるようになるまでには数年あるいは10年に及ぶ歳月が必要であった。

最近出版される地震の解説書には、兵庫県南部地震は特殊な地震ではなかったとするものが多い。要は人口の密集する都市の直下に震源を持つ地震が発生したことが原因だというのである。私は、それでは「震災の帯」の説明にはならないと思う。土木学会では耐震検討を2段階に分けて、二次検討では近くにある活断層が活動した場合に想定される加速度を入力するか、不明の場合には神戸で記録された加速度を入力して検討するように提言している。私は、このような自然現象に対して、軽々に結論を出すことを避け、もっと謙虚に調査研究を進めるべきであると考え。土木学会の提言にしても、これまでの地震工学的な知識では考えられない被害を生じた地震であり、さらに詳しい研究が必要であることを主張して、研究成果がまとまるまで暫定的な扱いとして提言をする、というべきであったと考えている。あれだけの被害を出した地震に対して、1年や2年で簡単に結論を出してしまうのは、あまりにも自然の現象に対して傲慢である。

話は変わるが、オランダでは1967年に鉱山法を改正して、あらゆる鉱産資源の調査はその報告書の一部を国に提出しなければならない、という法律を定めた。オランダは江東地区だけが国になったような平坦な国土で、ほとんどの地表は沖積層や洪積層に覆われている。地表の調査では地下の構造が分からない。天然ガスや石油を探査するために、多くの大規模反射地震探査、深層ボーリング調査が行われている。探査深度は数千メートルに及んでいる。このような深層部の地質調査の結果を石油会社が私物化することを恐れ、法改正を行ったのであるが、石油会社の権益を考慮に入れて、報告書提出後10年間は公表しないこと、その代わりに、10年経過後は国が自由に国土基本地質情報として利用できるというものである。既に10年以上経過した調査資料を利用して、オランダの深層地質は詳細に解析され、褶曲構造や断層構造が明らかにされた深層地質図として出版され、オランダ全国土の70%をカバーするに至っている。

日本では、東海地震を対象にした予知研究が国の事業として進められるようになった頃、オランダではより長期的な観点に立って法律の改正がなされ、その結果20年以上を経過した今、素晴らしい地下地質構造が解析されて図面化している。

日本では、神戸の周辺は例外的に活断層の研究が進んでいた地域でありながら、神戸市の地下の深層地質は地震が発生してから泥縄式に反射地震探査が行われたり、深いボーリングが何本か行われたりした限られた資料しかなく、未だに深部地質構造の実態は明らかにされていない。

私は石油や天然ガス資源の調査資料、さく井など水資源の開発のための調査資料、土木・建築の基礎地盤調査として行われる地質調査資料など、この複雑な災害列島の地下地質に関するあらゆる資料を一元的に収集整理して、その上で、防災的な観点から必要な深部調査を計画的に行うことがきわめて必要であると考えている。とくに、大都市に関しては阪神大震災に学び、そのような深部地質構造の解明を進めることが必要であると考えている。

来るべき21世紀は人類が豊かで安全に生活出来る社会を作る時代と言われるが、災害列島にすむ以上、地盤の地質構造を、物性を、より詳細に知ることはきわめて重要である。われわれはプロの地質コンサルタント集団として、「地質工学の創造」の旗をさらに高く掲げ、新たな創造的な活動を進めていきたいと考える。40周年の記念事業の一つとして、これからの当社の社会に対する責任や任務を改めて考え、積極的に新事業にチャレンジして行くきっかけになればと、この年報特集号を編集・刊行することにしたが、内容についてはよくまとめられた部分、検討が未熟な部分、いろいろである。この点は編集委員会でも議論された点であるが、私は現在のOYOの実力でまとめられるもので出版することに意味があるとして、敢えて出版することにした。

そのようなことから、この特集号を読んで社員一人一人がプロとしての地質コンサルタントの立場に立って、当社の将来の任務を考える資料になれば幸いである。また、これまでの40年間当社を育て、支援して下さった発注者の皆様、大学その他研究機関の皆様に、改めて感謝するとともに、今後も厳しいご指導とご鞭撻を賜る上で一つの資料になれば、幸いである。そして、地震災害という我が国ではさけることの出来ない重要な課題に対して、この資料が若干でも役に立つものになれば望外の喜びである。

A Special Issue of the Technical Report on the Hyogo-ken Nanbu Earthquake

1997 makes the fortieth anniversary of OYO Corporation. We are taking the opportunity of this anniversary to celebrate the success of our activities during the past forty years, and to commit ourselves to building a stronger OYO for the future.

As part of this fortieth anniversary celebration, we are publishing a book entitled "Creation of Geoengineering : Challenge of OYO 40 years", which describes the history of OYO Corporation. The book begins with the establishment of the Fukada Geological Institute forty-three years ago, the subsequent separation of the consultant business department three years later as OYO Corporation, and the development of OYO during the following years. This account includes various episodes during the past forty years of OYO. It illustrates the enthusiasm of the young OYO staff in the early years, and, as Japan experienced a period of rapid growth, it shows OYO's efforts to apply the knowledge of geology into civil engineering, hazard prevention, and environmental fields, and to develop geoengineering.

About two and half years ago, we experienced the Hyogo-ken Nanbu Earthquake (the Kobe Earthquake). Called the Hanshin Awaji Great Earthquake Disaster, it inflicted catastrophic damage to the Kobe area. In particular, in the modern buildings, highway and rail-way bridges, and access bridges for the man-made Rokko and Port Islands, which were constructed with the most advanced civil engineering technologies, suffered unexpected critical damage.

I visited these damaged places immediately after the Earthquake. I felt chills when I saw that most of the Hanshin highway bridges had severely collapsed, and that most of the modern buildings near San-no-miya station were seriously damaged. As an engineer, I felt defeated. At the same time, as a geologist I really felt a breath of the earth.

The "Creation of Geoengineering" has been one of our goals throughout our journey over the past forty years. However, seeing the reality of the damages at Kobe, I felt that we only arrived at the foothill of the targeted mountain.

Taking the opportunity of this fortieth anniversary, I am requesting the "Regeneration of OYO" to all employees. We live on hazardous islands, and we will have to fight various types of natural hazards in the future. In fighting these hazards, I believe that the role of geology is essential. I emphasize the importance of integration of related sciences in order to establish geoengineering with geology, geophysics, rock mechanics, soil mechanics, geomorphology, geochemistry, seismology, and earthquake engineering for civil engineering, hazard prevention, and environmental applications.

The Japanese islands on which we live are just "geo-hazardous arc islands". Located where several tectonic plates collide together, the islands represent one of the most complicated geological structures in the world. This crustal movement is still an active state. Accordingly, Japan is in the most intense earthquake belt in the world. The subductive movement of the Pacific plate and the Philippine plate to go under the Japanese islands tend to lift the islands, accompanying with inland earthquakes, volcanic activities, severe foldings and faults of formations, hydrothermal activities

and also provides a very young mountainous topography. The islands have lots of unstable slopes which cause debris avalanche and slope failures during every occasion of concentrated heavy rains.

Our Osaka Branch office manager gave me the first report of the earthquake at 8:30 a.m. on that day. The report was, "Serious damages of earthquake have occurred, though the detail of damages is not yet known". Because I had visited California just after of the Northridge Earthquake, which had happened just one year before of the Kobe Earthquake, to investigate the damage features, I had some knowledge of such inland type and shallow epicenter type earthquake, and when TV news reports the over-turned highway bridges, I recognized that this earthquake would result in a catastrophe. I organized an in-company Earthquake Hazard Headquarters before noon of that day, also immediately decided to dispatch our own investigation team to the site, and commanded that a helicopter be chartered for the team in order to grasp the total picture of the damages.

The Earthquake Hazard Headquarters was placed in the Osaka Branch Office, and Mr. Itoh, General Manager of the Osaka Branch, was appointed to be the chief of the Headquarters. Chief Itoh kept me informed about the current state of the many requests coming in one after another from various customers to OYO for emergency surveys, emergency response, recovery actions, and emergency inspections for possible secondary hazards that would be caused by expected intense aftershocks and other related situations. I directed chief Itoh to respond to all requests using our full resources with our best efforts. I thought urgent investigation activities would lose their value, if the implementation was delayed. So I authorized him to initiate all kinds of necessary actions on his own decision, even though no contract with OYO had been made. I permitted him to spend up to 300 million yen to respond for such urgent requests. I also said to Itoh, "I will dispatch all the engineers you need, bringing them in from the head office as well as from all of our branches in Japan. So, never reject any request from our clients and of related organizations."

The actual reality of the hazard was, however, far beyond my expectation. Our members came from every branch, reaching a total accumulation of 4,000 man-days, and, still, the number fell short for covering the required tasks. Fortunately, since the damage to the office building of our Kobe Branch was minor, we could use the Kobe Branch office as the center of our activities. Many of the hotels where OYO people from other offices stayed had no electricity and no water supply. These severe, war like conditions continued for many days. Consequently, the Kobe Branch functioned as 24 hour/day quarters for about two years.

Yes, those were cruel labor conditions. Some of our members in Kobe Branch suffered serious damage to their own houses and I sincerely appreciate their efforts to perform emergency investigations day and night to respond for various requests, even though they had to sacrifice to take care of their damaged home.

I greatly admire the members whose aim was to have public services about earthquake hazards and to collect important data useful for future countermeasures while they performed urgent tasks without sleeping or resting, even though this attitude is a culture of OYO.

According to our standard procedure, the result of our own investigation on an

earthquake hazard is formulated in a "Investigation Report", and is published within a few months. However, since the Earthquake, there has been a sustained high level of full scale activities such as emergency surveys, design for emergency recovery, and geotechnical supervision work for the recovery operations. Consequently, there has been no time to follow such a standard procedure and publish the report within the normal amount of time.

I have two particular reasons to publish this special issue of OYO's technical report. One is to summarize the findings that many OYO members acquired while performing many urgent jobs under the above-described difficult circumstances. The second reason is to provide reference information by reviewing the vast volume of investigations and study results published by other research organizations to identify problems that remain unsolved.

I believe that, with such unexpectedly serious earthquake damage, full scale research and investigations should continue for longer period of time. The Niigata Earthquake, happened in 1964, resulted in serious damage in Niigata city due to liquefaction of loose sand soils. After the Niigata Earthquake, soil dynamics underwent drastic development, and the effects of this study are reflected in earthquake engineering design. Nevertheless, it took from three to ten years to systematically integrate the results of the research and study.

Many recently published papers on explaining earthquakes state that the Kobe Earthquake was not a special type, declaring instead that the catastrophe occurred because the earthquake epi-center was located just beneath the densely populated city, Kobe. I do not agree with this opinion. I think the opinion does not explain the observed "seismic hazard belt" which has only 1.5 km width and 25 km elongation. The Japan Society of Civil Engineers proposes that the anti-seismic design study should be divided into two stages and that the second stage should take into account the acceleration expected in the case that a nearby active fault is activated, or if such acceleration could not be analyzed, the acceleration recorded in the Kobe should be applied.

For a natural phenomenon like an earthquake, however, I think conclusions should not be given so quickly, but should be derived after thorough investigations and studies had been completed. My opinion regarding the proposal of the Japan Society of Civil Engineers is that they should have made their proposals conditional upon the results of further study. They should also declare that the earthquake was of a type that caused hazards which could not be expected from existing seismic engineering knowledge, and that further study should be implemented. For an earthquake that produced such a catastrophe, deriving a conclusion within one or two years shows no respect for this natural phenomena.

Even though the geology and active faults of Kobe and the surrounding districts were unusually well studied, the deep underground geological structures of Kobe City was not so well investigated. Accordingly, several reflection seismic survey and a few deep exploration borings were conducted just after the earthquake. Regretfully, there is still no complete information about the deep underground geological structure of Kobe City.

I wish to emphasize the importance of the integration of all types of information

related to the underground resources of these complex islands, full of hazards. This information includes survey data for oil and natural gas, survey data on water resource development through drilling, etc., and geological survey data on civil and architectural foundation. Then, we should systematically conduct deep underground surveys based on this integrated information for further necessary hazard prevention. Particularly for large cities, I believe that we should study the deep geological structure based on the findings and knowledge learned from the damage caused by the Kobe Earthquake.

It is said that the next century is an era in which to establish a society where people comfortably live in a safe environment. For the Japanese, because our ground is full of natural hazardous situations, it is therefore critical to have detailed knowledge of the subsurface geological structures and dynamic properties of the geological formations. We, as a professional geological consultant team, intend to further promote new and innovative activities guided by the concept of "Creation of Geoengineering". With this purpose in mind, I decided to edit and publish a special issue of the technical report as a part of the fortieth anniversary activities, reconsidering our responsibility and task to society in the future, and hoping to stimulate a positive challenge to new business activities.

As for the content in the special issue, however, there are some well studied articles and also articles that are not fully investigated. This imbalance is a point discussed in our editors committee. Nevertheless, I decided in favor of the publication of the issue believing that the results of current OYO performance have significance by themselves.

Therefore, I hope that every engineer of OYO will learn from this special issue and reconsider our future mission to society.

Using this opportunity, I wish to express my appreciation to our customers, the staff of universities, and other organizations for their kind support of our company for these forty years.

It will be my great pleasure if this special issue would be useful for the critical issues of earthquake hazards that are unavoidable in our country.

Satoru Ohya
President, OYO Corporation

September 17, 1997

目 次

兵庫県南部地震に関する年報特集号を刊行するに当たって A Special Issue of the Technical Report on the Hyogo-ken Nanbu Earthquake	大矢 暁	
第1編 地震の背景		
1. 兵庫県南部地震の全体像 An Image of the Hyogo-ken Nanbu Earthquake	金子 史夫, 瀬川 秀恭 利岡 徹馬	3
2. 阪神・淡路地域の地形・地質・活断層 Topography, geology and active faults of the Hanshin-Awaji area, as tectonic implications to the 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake	石沢 一吉, 岡部 幸彦	19
3. 阪神地域における地盤構成と神戸市街地地盤の特徴 Geology and Geotechnical Characteristics of Hanshin Area and Kobe City Area	南部 光広, 寺田 幸次 村田 芳信	47
第2編 各 論		
第1章 地震動		
1. 兵庫県南部地震の地震動分布について On the Strong Ground Motion Distribution During Hyogo-ken Nanbu Earthquake	金子 史夫, 瀬川 秀恭	65
2. 計測震度と物理量の関係について Relations between JMA's Measuring Seismic Intensity Scale (MI) and Physical Parameters of Earthquake Ground Motion	金刺 靖一, 金子 史夫	85
3. 直下地震の震源近傍における地震動強さの評価 Strong Ground Motion Estimation for Shallow Earthquake in Near-source Region	瀬川 秀恭	97
4. 直下地震による地震動分布の推定方法について Estimation for Spartial Distribution of Earthquake Ground Motion Caused by Inland Earthquakes	金子 史夫, 瀬川 秀恭 早川 讓, 小丸 安史	105

第2章 物理探査

1. 活断層調査における物理探査の適用性について
A review on applicability of geophysical exploration
methods for characterizing an active fault
高橋 亨 117
2. 活断層調査への物理探査法の適用性研究
—野島断層における現場実験結果—
Feasibility study of geophysical methods
for characterization of an active fault
—A field experiment at the Nojima fault—
高橋 亨 137

第3章 液状化

1. 兵庫県南部地震にみる液状化現象と
その後の工学的な取り組み
Liquefaction and Engineering Efforts after
the Hyogo-ken Nanbu Earthquake
古田 一郎, 山本 明夫 153
2. 兵庫県南部地震による淀川堤防の被災とその考察
Study on damage to the levee of Yodo river
at Hyogo-ken Nanbu earthquake
川井 正彦, 阿部 知之 179
小野寺 功, 利藤 房男
3. 京阪地域の地震時浅層地下水位の挙動
Examination of relationship between
liquefaction and ground water behavior in
case of earthquake in Osaka and Kyoto region
小野寺 功, 沢田 好幸 197
堂元 史博, 別府 亮
4. 兵庫県南部地震における埋立地の液状化現象と
S波速度を用いた液状化強度の評価例
Evaluation on Liquefaction Potential by
Seismic Tomography after the Earthquake
Event in the Reclaimed Land of Kobe
塚本 登士, 中島 俊 215
山本 正人, 村田 芳信
5. 地震波形に着目した液状化特性の実験的検討
(直下地震と液状化)
Experimental Study on Liquefaction
Characteristics Attended to Earthquake Wave Form
(Liquefaction Induced by Shallow Inland Type Earthquake)
三上 武子, 迫 昌平 237
古田 一郎, 畑山 正則

第4章 斜面災害

1. 兵庫県南部地震における六甲山地の斜面災害
The slope disasters of Rokko Mountains due
to Hyogo-ken Nanbu Earthquake
若松 幹男, 堀伸 三郎 259
2. 地震に伴い不安定化した斜面の挙動
Motion of unstabilized rock slope after the
1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake
中川 渉, 山田 政典 267
堀伸 三郎, 本庄 充
3. 兵庫県地震に伴う断層破碎帯近傍の斜面
変形について
The Slope Deformation around Fracture Zone
Caused by the Earthquake
中川 渉, 福原 慶一 277
岡部 幸彦
4. 西谷山山腹崩壊と対策工計画
Planning Countermeasures to Stabilize the Slope
Destroyed by Earthquake at Mt. Nishitani
南部 光広 285

