

# 阪神大震災における土構造物の被害状況（道路編）

建設省土木研究所 企画部地下開発研究官 苗村正三  
 材料施工部施工研究室 宮武裕昭

## 1. まえがき

兵庫県南部地震は京阪神地方に未曾有の被害をもたらした。建設省土木研究所材料施工部施工研究室および地震防災部動土質研究室では1月下旬から3月上旬の間に延べ8名、16日間の調査を行った。調査対象は主に道路擁壁を中心として宅地、河川護岸などの擁壁・土留め構造物とした。また補強土壁工法については補強材メーカーの協力を得、被災地周辺における補強土工法の被害に関する資料収集を行った。本報告では、現地調査による被災地の擁壁・土留め構造物の被害状況と、ジオシンセティックスを用いた補強土壁工法の被害状況について報告する。

## 2. 被害の概要

兵庫県南部地震は平成7年1月17日午前5時46分、淡路島の北端（北緯34.6度、東経135度を震央として発生した。震源深さは14km、マグニチュードは7.2であった。直下型地震の特徴として、震源が浅いために震央近傍において局地的に大きな地震動が生じたと考えられる。兵庫県南部地震における震度7（激震）の地域の分布（図-1）を見ると、震度7の地域は宝塚市、西宮市、芦

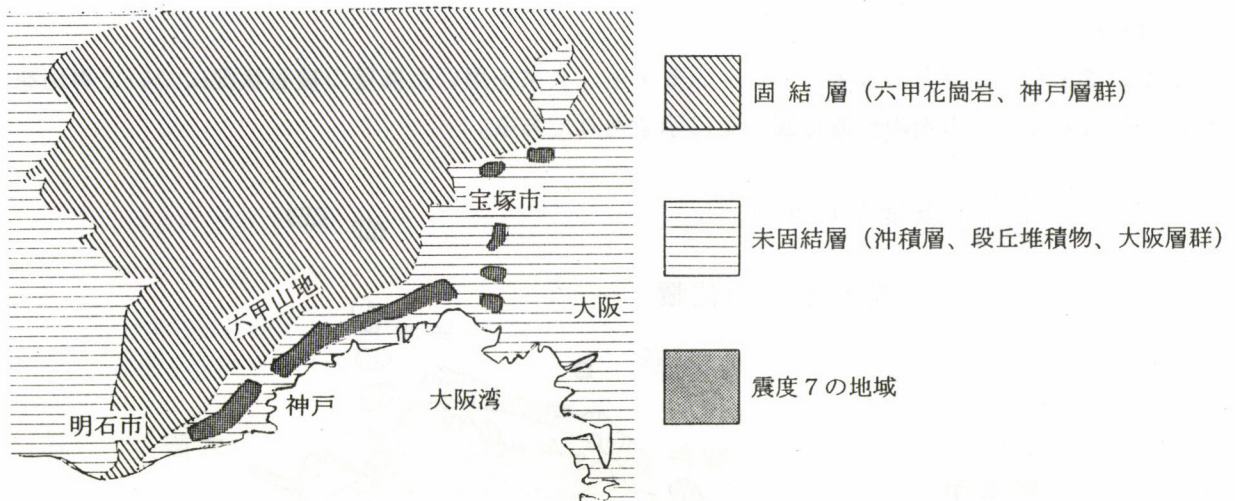


図-1 被災地域の地層分布と激震の分布

屋市、神戸市、北淡町、一宮町にわたって分布し、主に海岸沿いの平地部において、東西に細長い帯状に分布し、東側の宝塚市、西宮市においては内陸に入ったところで点状に分布している。この分布は大阪層群や沖積層などの未固結層の分布と似通っている。一方、六甲山などの山地部や高位段丘では六甲山地の斜面崩壊を除くと地盤災害や建築物被害はほとんど生じておらず、震度7が記録された範囲から外れている。これらの地域は六甲花崗岩層や神戸層群など更新世以前の比較的古い固結層が分布しており、被害の大きかった地域の沖積層に比べて固結度が高かったことが震度が小さくなった理由と考えられる。また臨海部の埋め立て地はマサ土、浚渫粘性土などにより造成されているが、こうした地域では液状化による被害が多く発生していた。

震度の大きかった地域の倒壊建築物についてみると、石塔などの転倒方向がまちまちの場所やきわめて近い二点間で倒壊の程度が著しく異なる場所などがあった。前者は大きな上下動が建築物の被害を起こしたことを示し、後者は地層が入り組んだ地域では基礎となる地層の種類によって地震動のばらつきがあることを示している。

### 3. 擁壁の被害

擁壁全般の被害分布について述べる。

まず擁壁の形式による被害特性であるが、宅地、道路、河川等の目的を問わず、石積、ブロック積擁壁は非常に大きな被害を受けた。

現行の技術基準において、これらの石積およびブロック積擁壁は直高に応じた勾配を経験的に定めるという手法で設計を行っている。これに対し、重力式擁壁、逆T式擁壁のような設計時に土圧を考慮する擁壁の被害は石積、ブロック積擁壁の被害に比べると非常に少なく、道路擁壁、宅地擁壁、河川特殊堤等の全用途で、また被災地全体で目地の開きや微小なひび割れの発生などの軽微な被害も含めて十数例程度が報告されている。そのほとんどは重力式擁壁、もたれ式擁壁など、擁壁躯体の自重で土圧に抵抗するタイプの擁壁の被害であり、逆T型擁壁やL型擁壁などの裏込め土の重量を利用して土圧に抵抗するタイプの擁壁の被害は特に少なかった。また山手地区から六甲山地にかけての地域、有馬などの裏六甲地区、大きな地すべり被害の発生した宝塚市から西宮市にかけての地域には、平地部に比べて大規模な道路擁壁が多数設置されていたが、基礎地盤を含むすべりの発生に伴う変状を除くと擁壁が転倒や滑動といった変状を生じたという事例はほとんどない。

以下では主な道路擁壁の被害とジオシンセティックスを用いた擁壁の被害状況について事例を挙げて報告する。各事例の位置は図-2に示す通りである。

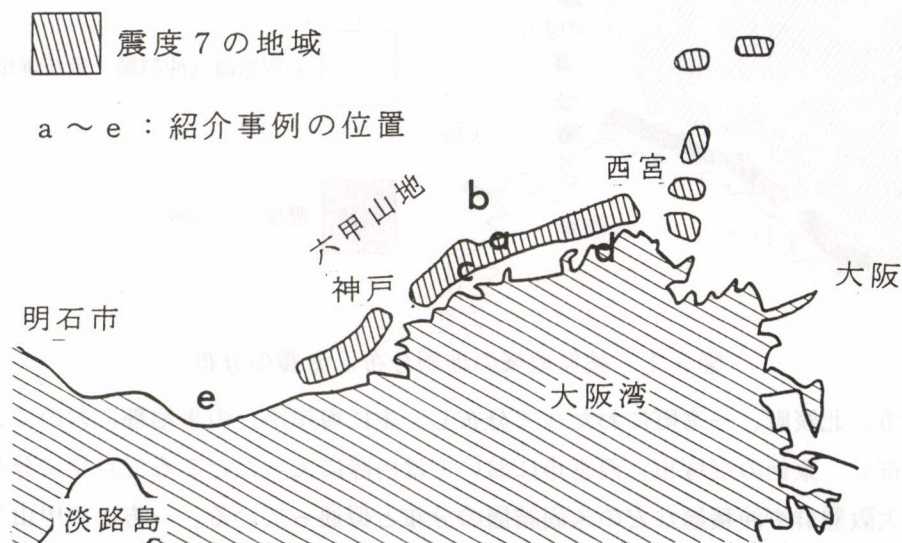


図-2 被災擁壁の分布

#### a) 山手幹線石屋川橋梁アプローチ部控え壁式擁壁

写真-1は石屋川をわたる山手幹線の橋梁へのアプローチ部に設置された擁壁の変状の様様

である。高さ1mから7m程度まで連続的に高さの変化する控え壁式擁壁が、道路の外側へ向かって転倒するように変状していることがわかる。被災道路は橋梁へのアプローチであり代替路線がない上、通行量も多いために盛土外側の歩行者道路に支保工を設置して応急処置をし、供用されている。写真



真-1で支保工が設置さ 写真-1 山手幹線控え壁式擁壁

写真-2 山手幹線控え壁式擁壁

れているあたりを擁壁背後の道路側から撮影した写真が写真-2である。擁壁の変状にもなって擁壁背後の道路は50cm以上陥没しているのがわかる。バリケードが設置されているのは隣接する歩行者用道路が危険なことと支保工が設置されているために通行止めとされており、臨時の歩道とするためである。



#### b) 灘区石積擁壁の被害

写真-3は灘区高羽町の道路に面した高さ4m程度の石積擁壁の崩壊の様子である。こうした石積擁壁は被災地が御影石の産地であることから主に宅地擁壁と河川護岸として多用されているが、特に西宮市、神戸市の震度7を記録した地域では崩壊、はらみ出し、目地部の亀裂、積み石の抜け落ち等と程度の差こそあれ、ほとんどの擁壁が何らかの被害を受けている。

写真-3 灘区高羽町石積擁壁

#### c) 灘区橋梁アプローチ擁壁

章序で触れたように、土圧を設計時に考慮するような形式の擁壁に転倒や崩壊といった重大な被害が生じた事例は少なく、a)の事例は特異なケースに属する事例である。写真-4は灘区岩屋北町における橋梁アプローチ擁壁の被害事例であるが、擁壁の被害の大部分は転倒や滑動により、目地の開きや微細なクラックが発生するといった軽微なものがほとんどであった。

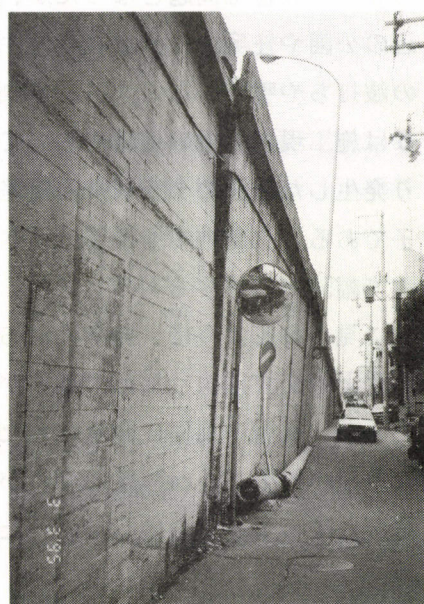


写真-4 灘区岩屋北擁壁

#### 4. 補強土壁の被害

総じて補強土壁工法は今回の震災によってその高い耐震性を

示したと言えるであろう。被害の概要で述べたように今回の地震は臨海部において大きな震度を記録し、補強土壁を含めた大規模な擁壁が数多く構築されていた山岳部においては比較的震度が低かったが、これまで土木研究所の調査した範囲では補強土壁工法に大きな被害が生じたという報告はない。

d) ジオシンセティックスで補強した緑化ブロック積擁壁

写真-5は芦屋市の埋立て地にある公園内の橋梁へのアプローチ盛土にジオシンセティックスを

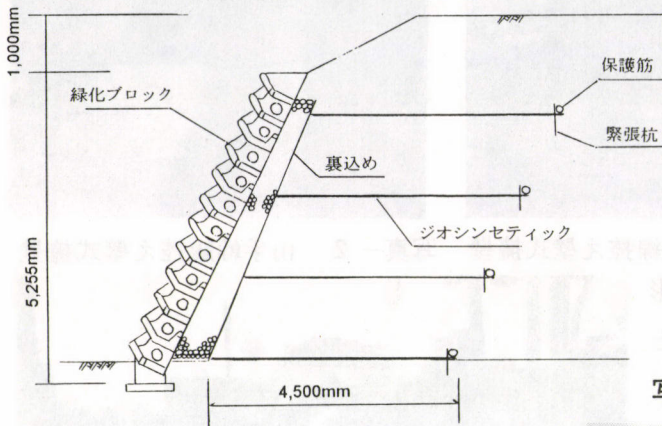


図-3 構造図

用いた補強土壁を採用した事例である。壁面工には図-3のように緑化ブロックを採用している。今回の地震ではポートアイランドをはじめとする埋め立て地における液状化現象の発生が大きな問題となったが、本事例の周辺の公園や住宅地では液状化発生による地面の波打ちや噴砂跡などが確認された。写真-6は施工現場付近の道路において液状化により発生した路面のクラックと段差の発生の様子である。公園内でも亀裂は生じており、最大で幅50cmに達するものもある。また写真-7に見られるように、擁壁前にある歩道には擁壁と直交するような形の亀裂が複数発生している。擁壁の前面に設置されたU字側溝には亀裂の位置で5cm程度のずれが生じており、亀裂に沿って両側の地面がずれたことがわかる。

擁壁の被害を見ると、亀裂の発生した場所では写真-7に見られるような目地の開き、ブロックの上下の波打ちが生じている。また



写真-5 ジオシンセティックで補強したブロック積擁壁



写真-6 現場周辺の液状化の状況

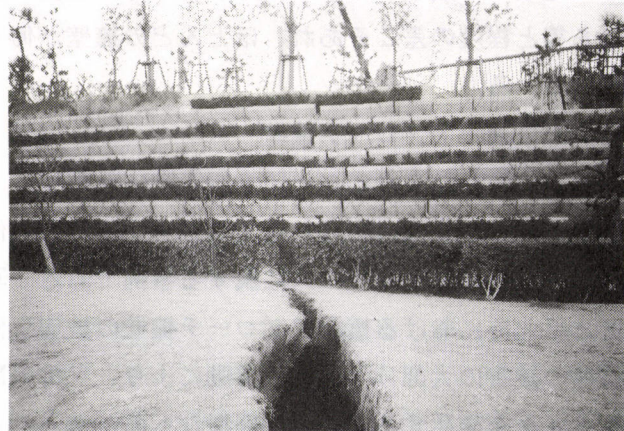


写真-7 公園内の亀裂と擁壁の変状

ブロック積端部をみると写真-8のように1 cm程度、後方へ沈み込むような変形が生じたことがわかる。しかし基礎地盤に液状化が発生し、大きな変形を生じていることに比べると変形量は小さい。また3. で述べたように通常の石積やブロック積擁壁が積み石の抜け落ち、崩壊といった破壊状態を示しているのに比べて本擁壁では変形量が小さく、崩壊につながる前方への変状を示していないことから落下した積み石の下敷きになるなどの二次災害発生の危険性が低いということが言える。

写真-9は写真-8とは反対側の端部の状況であるが、こちら側では端部に施工されたコンクリート壁に亀裂が入っている。これは補強土壁全体が水平方向に変形し、これに伴い、局所的に大きな力が発生したためであろうと思われる。

e) ジオシンセティックスを用いた道路盛土

写真-10は神戸市垂水区内の道路盛土にジオシンセティックスを用いた事例である。盛土高さは4 m、前面勾配は1:0.5、壁面にはL型の成形金網を用いている。現場は明石海峡大橋へのアプローチ部であり、1 m移動したといわれる本州側の橋脚から1 km程度の距離にある。補強土壁は平坦部から約1 mの高さの段の上に施工されているが、小段にはクラックが生じている。また小段前方の平坦部には写真-11のような最大幅20 cm程度の亀裂も確認され、20 cm程度の沈下も発生している。また盛土はトンネルから連続して施工されているが、トンネルとの接続部の斜面にもクラックが生じていた。擁壁本体について見ると、前面にははらみ出しなどの変形は生じておらず、天端にもクラック等は認められず、安定上問題となるような変状は生じていないと考えられる。擁壁上部には高さ4 m程度の防音壁が設置されているが、写真-12に見られるように目地部において2 cm程度のずれが

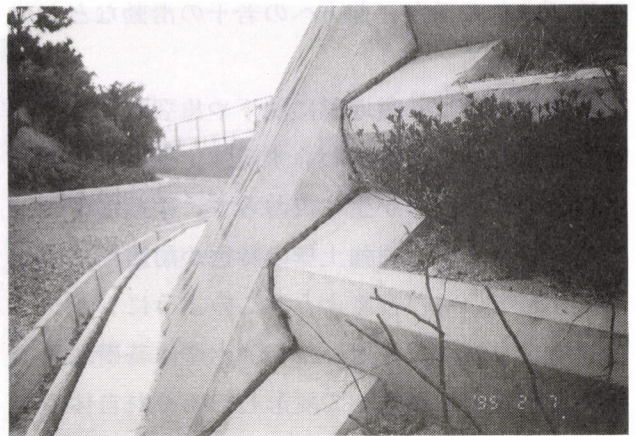


写真-8 端部における変状（その1）

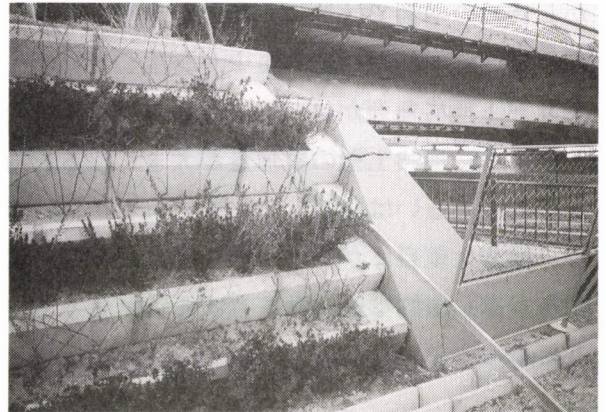


写真-9 端部における変状（その2）

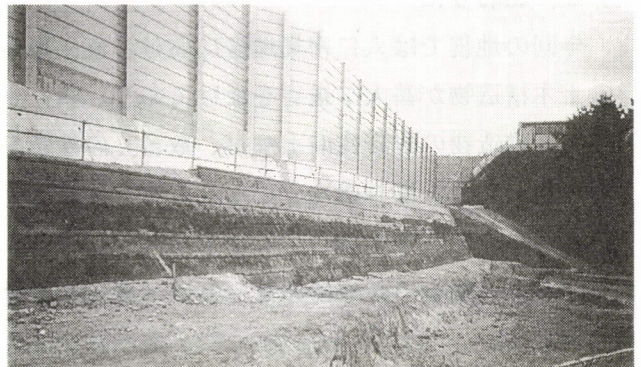


写真-10 垂水区道路擁壁



写真-11 擁壁前方の亀裂

確認されたほか、前方への若干の滑動なども生じている。

本事例では基礎地盤に沈下や亀裂などの変形が生じたにもかかわらず補強土壁工本体にはほとんど変形が生じておらず、柔軟な構造を有するという補強土壁の特色が耐震性につながっていると言えよう。このようにジオンセティックスを用いた補強土壁は基礎地盤の変形などに追従して変形してもそれ自体の安定性と耐久性が損なわれることはない。しかしd)の事例では補強土壁の変形により一方の端部に局所的な応力集中が発生してコン

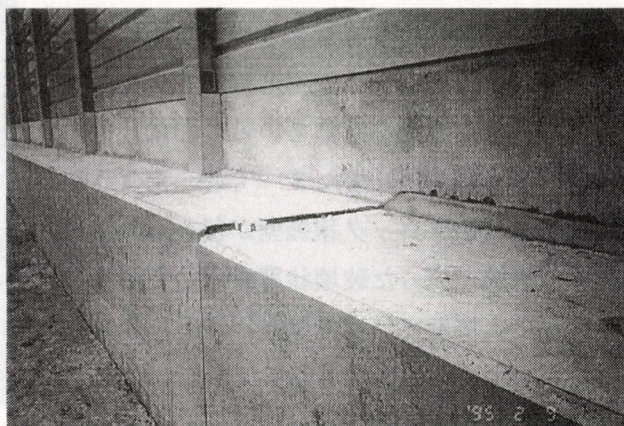


写真-12 上部遮音壁の目地のずれ

クリート壁に亀裂が生じ、e)の事例で補強土壁天端の沈下により遮音壁に目地のずれが生じた。このように補強土壁の変形量が大きくなると補強土自体の安定性と耐久性は保たれていても補強土に近接あるいは連続して設置される構造物等の安定性、および耐久性に影響を与える恐れがある。補強土壁自体が高い耐震性を有することは今回の地震から明らかになったが、今後は変形予測を考慮し線的な連続性を有する道路ネットワークの耐震性向上につなげていくことが課題となるであろう。

## 5. おわりに

今回の地震では人口密集地帯における直下型地震として、未曾有の大被害が生じた。また多くの土木構造物が甚大な被害を受けており、我々土木技術者は早急な被害実態の把握と原因の究明、復旧、構造物の耐震性向上など、数多くの課題をつきつけられている。現在関係部局が協力してこうした問題に取り組んでいるところであるが、本報告がこうした課題の解決の一助となることを期待しつつ、筆を置くこととする。

なお、本報告の作成にあたっては三菱化学産資(株)のご協力を頂いた。この場を借りて感謝の意を表したい。

## 参考文献

- 土木研究所資料3362号 平成7年2月  
平成7年兵庫県南部地震土木研究所被害調査速報
- 三菱化学産資(株) 平成7年2月  
テンサー 兵庫県南部地震被害調査結果報告書