

# 土構造物の許容変形量、耐震性能に関する アンケート調査

粕田金一<sup>1</sup>・東畑郁生<sup>2</sup>・岩下和義<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 工修 基礎地盤コンサルタンツ(株) 関東支社技術部 (〒135-0016 東京都江東区東陽 3-22-6)

<sup>2</sup>正会員 工博 東京大学教授 工学系研究科社会基盤工学専攻 (〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1)

<sup>3</sup>正会員 工博 埼玉大学助教授 工学部建設工学科 (〒338-8570 埼玉県浦和下大久保 255)

レベル2地震時において土構造物に要求される耐震性能、許容変形量に関するアンケート調査を実施した。その結果、総件数が少なく回答にばらつきが大きい項目もみられたが、各土構造物の種類や使用形態・目的に対応した許容変形量の目安を把握するとともに、許容値と見なす上での考え方について貴重な意見を収集することができた。また、耐震性能に関する考え方については、土構造物ではある程度までの被害(構造物の機能低下)が許容できること、早期復旧の重視されること、などが関係機関、構造物の種別によらない全体的な傾向として認められた。

**Key Words :** Questionnaire study, Level 2 earthquake, Earth structures, Allowable deformation, Earthquake resistant performance

## 1. はじめに

阪神淡路大震災以来、設計で考慮すべき地震動が大きくなる一方で、土のせん断強さには限りがあり、震度法と安全率に基づく従来型の耐震設計が困難な状況となりつつある。土木学会地震工学委員会では、「高地震力を受ける土構造物の耐震設計に関する研究小委員会」での活動の一環として、地震時に土構造物の安全率が1を割って少々の残留変形が生ずるとしても速やかに復旧できるのであれば安全性を確保したことになるのではないかとこの考え方を取り上げ、その妥当性・実用性を検討している。この考え方の骨子は、以下のようなものである。

- ・地震動によって変形が生じても許容範囲内に収まるのであれば、単にこれを修復すればよい。
- ・人命や財産に影響を及ぼすような過大な変形が生ずるならば、耐震設計によりこれを防ぐ。

上記の検討を行う上での第一段階として、1995年兵庫県南部地震などの近年の被害地震において土構造物の復旧等に携わった管理者の方々を対象として、

- ・土構造物にとって許容される変形とは、どれほどのものなのか?
- ・土構造物の種類や使用形態・使用目的に応じて許

容変形はどのように変化するものなのか?

- ・担当する業務に応じて許容変形の考え方がどのように変わるのか?

といった事柄に関するアンケート調査を実施した。本論文は、調査結果の概要について報告するものである。

## 2. 調査方法

アンケートはA4版用紙9ページであり、前半部が氏名、所属、地震名、被害状況などの基本データおよび許容変形量の大きさ・考え方に関する14の設問から成り、後半部は耐震性能の考え方に関する7つの設問から成っている。調査は、1998年度に実施し、現在までに計17件の回答が得られている。調査方法は、基本的には道路、河川、鉄道、港湾、電力、ガス、農業用水、下水道等の各関係機関の担当者にアンケートを送付し、回答を依頼することにより実施した。また、17件中5件は、担当者の元に上記小委員会の委員が直接出向き、ヒアリングを行った。アンケート対象者は、復旧計画の立案者、現場での復旧作業担当者、復旧作業指導者、施設管理責任者、耐震性工場に要する予算確保担当者など

多岐にわたっている。対象となる被害地震は、1995年兵庫県南部地震が中心であるが、1993年釧路沖地震、1993年北海道南西沖地震、1994年三陸はるか沖地震についても一部含んでいる。

### 3. 許容変形量に関する調査結果

初めに、変位・変形を許容する、許容しないかの判断規準に関する集計結果を図-1に示す。最も重要と見なす判断規準としては、「人命」が14件で圧倒的に多く、次が「機能停止が社会に及ぼす迷惑の大きさ」であり、3件の回答があった。2番目に重要とする判断規準は、「機能停止が社会に及ぼす迷惑の大きさ」が12件あり、併せると、「人命」に次いで重要度が高いことを窺わせている。「復旧費用」の順位は3番目であった。

表-1は、各対象構造物ごとの許容変位量の上限値に関する見解について概略をまとめたものである。表-1から各構造物の要求機能に応じて許容変形量の上限値に関する見解に明瞭な違いが読みとれる。概略として数10cm程度の変位は許容可能とする傾向がみられた。また、可撓性の高い管路を対象とした場合には、より大きな許容変位量が許容可能である一方、クレーンを有する岸壁では、一般の岸壁と比べて許容変位量の制約が厳しいなどの回答があった。

### 4. 耐震性能の考え方に関する調査結果

図-2は、耐震補強にあたって重要視する要因に関する集計結果である。「社会に対する使命」を最も重要視するという回答が8件で最も多く、(人命への影響はごく低いとした場合の)安全性、補強費用などの要因を上回った。ただし、要因と構造物種別との関係は総件数が少ないこともあり、ばらつきが大きく、明瞭な結論は導き出せなかった。

図-3は、事前の耐震補強の必要性に関して「耐震補強と事後復旧とのどちらに重きを置くか？」に関する集計結果である。大別すると、「耐震補強が必要であるとする回答」と「被害額が耐震補強費用よりも少なければ補強は不要であるとする回答」とに分かれた。前者の回答は、人災につながる可能性のある構造物や社会に及ぼす影響の大きな重要度の高い構造物を対象としたものが多かった。耐震補強の必要性和費用との関係については、各期間・構造物ごとのばらつきがみられ、有意な結論を出すまでには至

らず、今後の課題といえる。

図-4は、「構造物の機能が停止したまま復旧に要してもよい期間」に関する集計結果である。「2週間まで」とする回答が最も多く6件であり、「3ヶ月まで」の期間の回答数を累計すると17件中、計13件を占めた。このことから早期復旧を重要視していることが読みとれた。

図-5は、構造物被害の程度の許容範囲に関する集計結果である。複数回答で「老朽化した構造物にはよく見られる程度の被害は許容する」は13件、「本来の機能の半分程度まで喪失しても許容できる」は9件回答があり、「全壊でもやむを得ない」とする回答も3件あった。全般的にみて、(人命への影響がないものとすれば)土構造物ではある程度までの被害は許容できるとする傾向がみられた。

最後の設問は、記述形式で「御所属機関で許容変位・変形の大きさを決めるときどのような要因を考慮に入れべきだ、と感じられますか。個人的なご意見で結構です。」というものであった。これに関して17件中で「機能停止期間の長さ」を9名の方が挙げており、「復旧費用」5件、「安全確保」(人命への影響が少ないことを前提として)2件を上回った。図-4の結果と同様に、早期復旧が可能な範囲に許容変位・変形量を収めたいという傾向が読みとれた。

### 5. まとめ

レベル2地震時に土構造物に要求される耐震性能、許容変形量に関するアンケート調査を実施した。その結果、各土構造物の種類や使用形態・目的に対応した許容変形量の目安を把握するとともに、許容値と見なす上での考え方について貴重な意見を収集することができた。また、耐震性能に関する考え方については、土構造物ではある程度までの被害(構造物の機能低下)が許容できること、早期復旧の重視されること、などが関係機関、構造物の種別によらない全体的な傾向として認められた。今回の調査では、回答件数が17件と少ないこともあり、今後さらに同種の調査を積み重ね、土構造物に要求される耐震性能、許容変形量に関するデータを蓄積、分析していくことが必要である。

なお、お忙しい中、今回のアンケート調査にご協力下さった関係機関の方々およびアンケートの依頼、ヒアリング調査に協力いただいた小委員会委員の方々に謝意を表します。

図-1 許容変位・変形に対する判断規準

(設問) 許容できる、できないを判断するにあたって、どのような規準が重要と考えられますか？ 重要な順に1から番号をつけてください。なお、個人的なお考えを示してください。

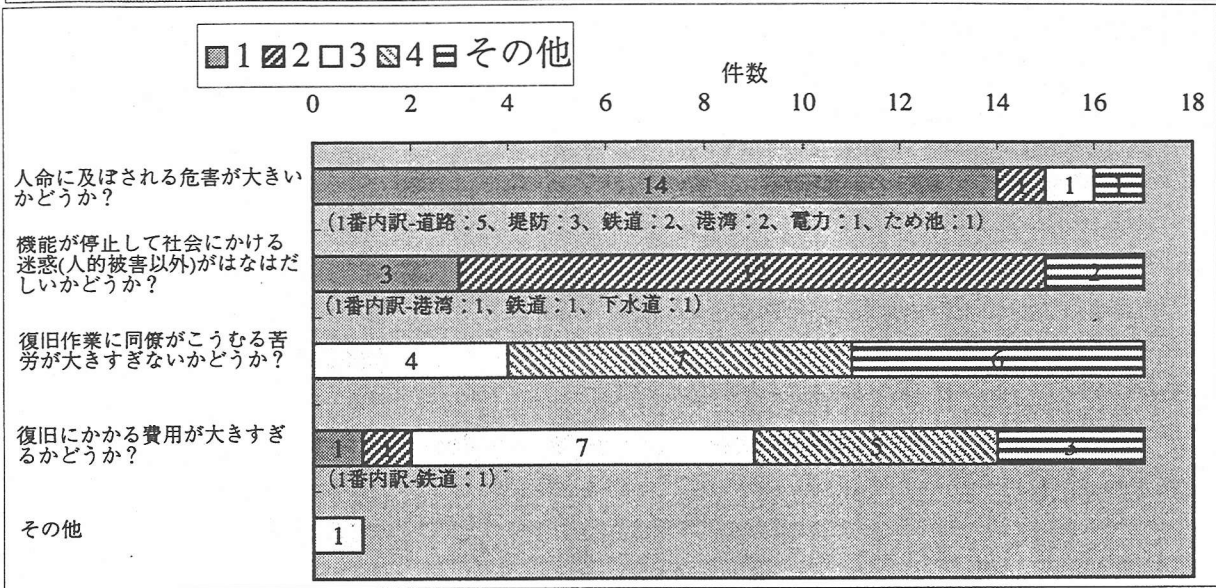


表-1 対象構造物と許容変位量に関する見解

対象構造物	回答件数	許容変位量の上限とみなせる値 (個人的見解として)
道路盛土、擁壁	5	5cm～崩壊可の意見まで (20～50cmの回答多い)
河川堤防	2	水位との関係で決まる
岸壁、防波堤	4	岸壁：30～50cm, 岸壁(クレーン有)：10～20cm, 護岸：1～2m
油タンク基礎	1	10～20cm
電力埋設管路	1	可撓性により地盤変状に対応可 (護岸近傍を除く)
ガス導管	1	高压管：2～3m, 中圧管：数10cm, ねじ継手低圧管：2～3cm
ため池、フィルダム	2	1m (堤体全体の崩壊は不可)
ポンプ場カルバート	1	0cm

図-2 耐震補強にあたって重要視する要因

(設問) 地震前に戻って、耐震補強をこの構造物に対して実施するかどうか、最終的な決断をあなたが任されたと考えて下さい。今のあなたなら決断に当たり、以下のどの因子を重要視されますか。重要な順に番号を1、2、3、4と付けてください。

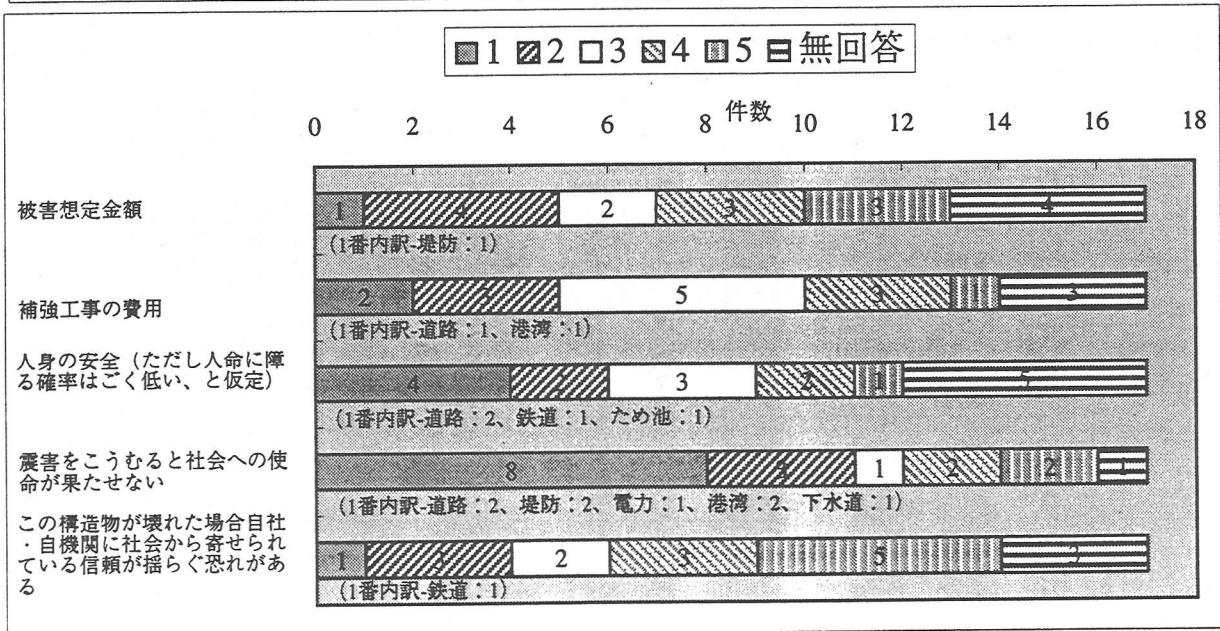


図-3 耐震補強の必要性

(設問) 稀にしか起きないような大地震に遭遇した場合、この構造物が被害を受けるだけでなくこれを利用して社会の活動にも大きな打撃(人的被害を除く)を及ぼす可能性があるとして、この総被害額がどの程度以内であれば、事前の耐震補強ではなく復旧で対処すべきだと思いますか? 一つに○をつけてください。ただし地震の確率×総被害額はそれほど大きくない、と仮定してください。また、この構造物が機能を停止したことで、社会からもある程度は指弾を受けるものと考えてください。

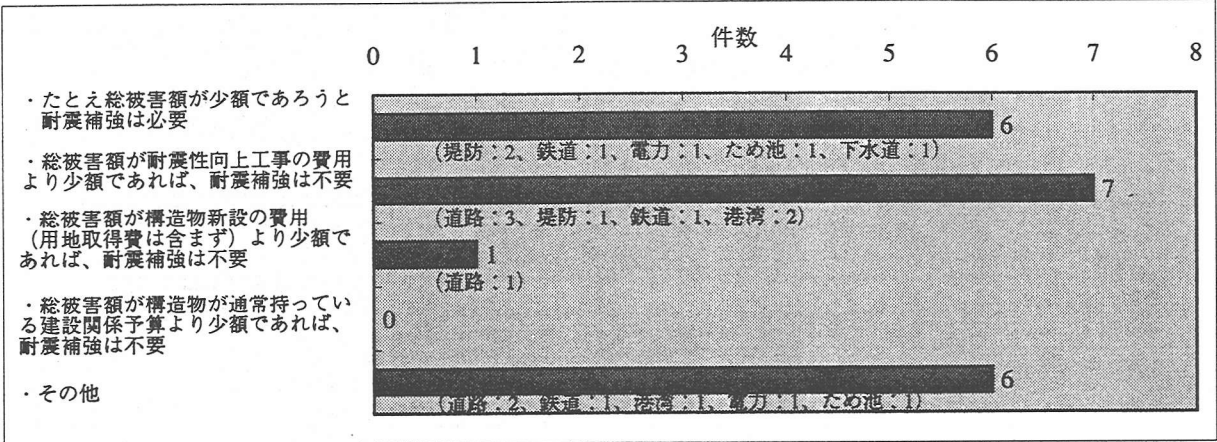


図-4 復旧までに許容できる時間

(設問) 復旧にかかる月日があまりに長期に及ぶなら、あらかじめ費用を投じて耐震性を向上しておくべし、という意見があります。この考え方にしたがるとすれば、この構造物の機能が停止したまま復旧作業に費やしてもよい月日とは、およそどのくらいになるでしょうか。一つに○をつけてください。

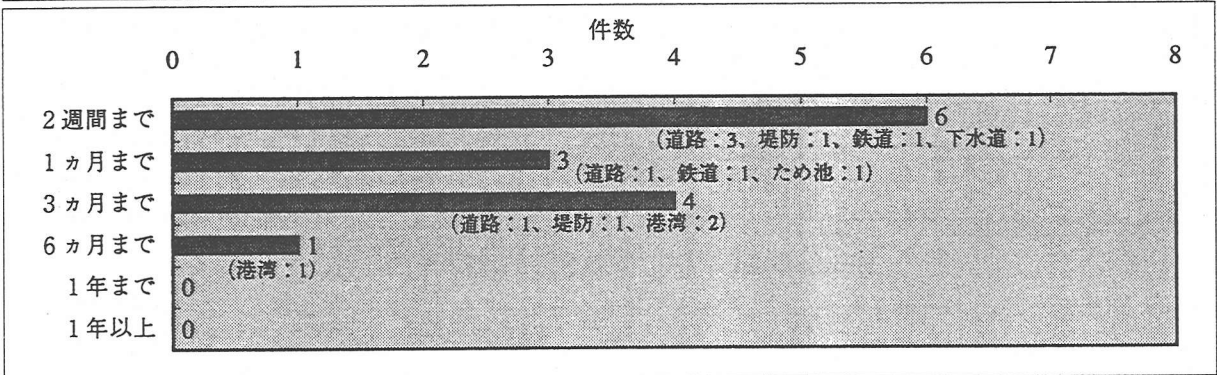


図-5 構造物被害の程度の許容範囲

(設問) 構造的被害にも大小ありえますが、以下の被害のうち「壊れても直せばよい」と言って許容できるものに、いくつでも○をつけてください。ただし人命への影響は無いものと考えてください。

