

# 岸壁基礎捨石部へのアンカー工法の適用に関する研究

広島大学工学部建設環境学科 学生会員 ○四辻 絵美  
 広島大学大学院工学研究科 正会員 一井 康二  
 広島大学大学院工学研究科 学生会員 植村 一瑛

## 1. はじめに

1995年に発生した兵庫県南部地震において、神戸港の岸壁が数多く被災した。岸壁の被災原因として地盤の液状化が考えられており、現在では岸壁の基礎地盤部や背後地盤部において締め固め等の対策が行われ、基礎地盤の変形に伴う被災の可能性は大きく軽減されつつある。しかし、こうした地盤改良に伴い、従来では地震時の変形が観測されていない基礎捨石部の強度が相対的に低下し、大地震時には基礎捨石部が変形することで被災が発生する危険性がある。例えば、捨石の地震時の変形は兵庫県南部地震においても報告されている。そこで本研究では、従来は強度が十分あるものとして補強工法が開発されていない基礎捨石部を対象にした補強工法として、アンカー工法の適用性を検討することを目的とする。

## 2. アンカー施工方法

本研究で対象とする工法は捨石の内陸側境界に反力をとることを想定している。施工方法としては、まず基礎捨石を削孔し、引張強度があり部材先端が膨張可能な構造の中空部材を挿入する。その後、固化剤を圧入し、アンカー先端部を形成後、挿入した部材の表面をボルトなどで鋼材と結合するという手順である。アンカーの施工方法を図.1に示す。

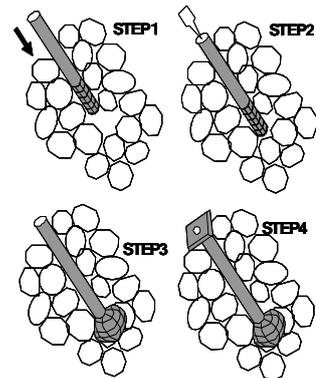


図.1 アンカーの施工方法

## 3. 圧入による形状把握実験

まず、捨石の間隙においてアンカー先端部の形状を確保することが可能かどうか実験的に検証した。

土槽に砕石5号とアンカーモデルを設置し、アンカーモデルへ固化剤(石膏)を圧入する。なお、砕石の積み方を密詰めとゆる詰めとの2種類で行った。図.2にアンカー先端部形状把握実験の模型概要図を示す。

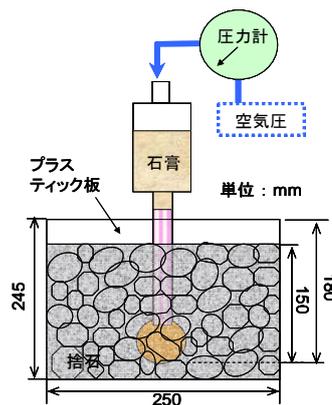


図.2 形状把握実験の概要

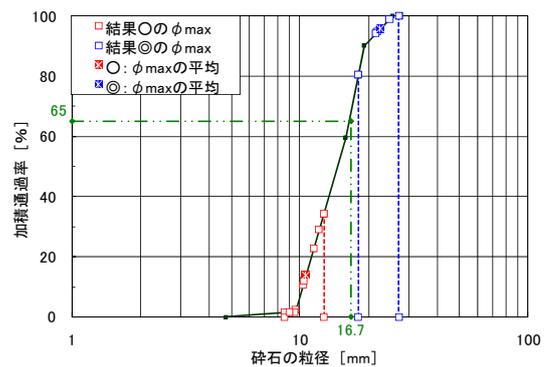


図.3  $\phi_{max}$  と粒径加積曲線の比較

実験は密詰め状態で13回、ゆる詰めで6回行い、膨張が確認できたケースにつ

いてアンカー先端部の最大径  $\phi_{max}$  を計測し、 $\phi_{max}$  とその平均値を砕石の粒径加積曲線上にプロットした図を図.3に示す。なお、結果○は砕石を密に積めた時(成功率61.5%)、結果◎はゆるく積めた時(成功率100%)の結果である。結果○の平均値は砕石の粒径D14に、結果◎の平均値は砕石の粒径D95に相当する値であった。アンカー一定着部の作成は条件次第では十分に可能であることがわかった。

#### 4. 引き抜き実験

次に、土槽に碎石とアンカー模型を設置し、モータにより一定速度でアンカーを引抜き、引抜き抵抗を計測した。実験は碎石の積み方2種類とアンカー先端部のサイズ2種類の合計4ケースで行った。アンカーは、圧入試験によりもとめた平均最大径  $\phi_{max}$  をもとにあらかじめ作成している。図.4 に引抜き実験装置の概要図を示す。

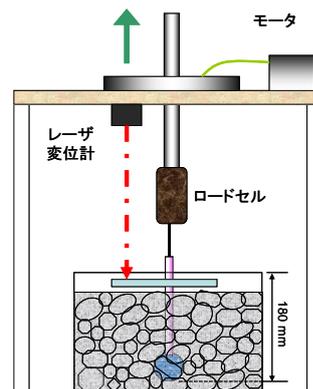


図.4 引抜き実験の概要

引抜き実験の結果から、圧入実験結果○の場合(case1)の最大引抜き荷重  $F_{max}$  は約0.028kN、結果◎の場合(case4)は0.033kNであった。碎石の積み方が密詰めでもゆる詰めでも環境条件に適合したアンカーを施工すれば、ある程度の定着効果が得られる可能性があることがわかった。

実験結果からアンカーの引抜き荷重-変位曲線をモデル化した。case1 のモデルを図.5 に示す。引抜き抵抗力  $F_a (=0.9 \cdot F_{max})$ 、第一基準変位  $d_1$  (碎石の最小粒径 D10)、第二基準変位  $d_2$  (碎石の最大粒径 D90) の3つのパラメータからなる。なお、引抜き抵抗力の値は引抜き時の捨石の挙動と関連付けた。

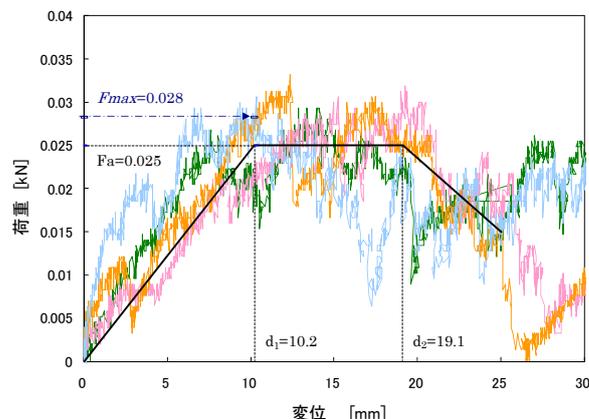


図.5 引抜き荷重-変位曲線モデル

#### 5. 解析による補強効果の検討

岸壁の基礎捨石部へアンカーを施工した場合の補強効果を有効応力解析プログラム FLIP2)を用いて検討した。六甲アイランドのケーソン式岸壁である RF3 岸壁の断面を対象とし、アンカーは図.5 に示す関係を非線形ばね要素で表現した。なお、アンカーはケーソン近傍に5本設置している。実験ケースは基礎地盤設定や、アンカーの解析定数に幅を持たせ、合計9ケースで行った。

解析結果の一部を表.1 に示す。アンカーを設置したことによるケーソン天端残留変位の減少量は、最大の時で水平変位で約16%、鉛直変位で約25%であった。しかし、アンカーを設置することによるケーソンの変位の減少を多少なりとも確認できた。

表.1 解析結果 (ケーソン変位)

基礎地盤	アンカー		ケーソン海側天端 残留天端変位 [m]		残留 傾斜角 [°]
	設置	パラメータ	水平	鉛直	
等価N 値25	なし	—	2.175	0.439	3.34
	あり	$F_a, K_1$	1.822	0.329	2.92
		$F_a/5, K_1$	1.956	0.374	3.17
		$F_a, K_1/5$	1.932	0.365	3.08

#### 6. 結論

アンカーは条件次第では作成可能であり、条件にあったアンカーを打設することによりある程度の定着効果が得られる可能性があることがわかった。今後、より効果的な設置方法等を検討する必要がある。

#### 謝辞

本研究は、日本アンカー協会の研究助成を頂きましたので、ここに謝意を表します。

#### 参考文献：

- 1) 特許番号 3716314 「既存基礎捨石の補強工法」
- 2) 液状化による構造物被害予測プログラム FLIP (Ver.6.1.5)