

氏 名	飯 田 毅 い だ たけし
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論工博第2055号
学位授与の日付	昭和62年5月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	根入れ鋼板セル護岸の耐震設計と施工に関する基礎的研究

論文調査委員 (主 査)  
教授 山田 善一 教授 畠 昭治郎 教授 土岐 憲三

### 論 文 内 容 の 要 旨

港湾、空港、エネルギー基地などを対象とした人工島や、廃棄物処理場などには、護岸施設が必要であるが、近年は種々の事情から、大水深かつ地盤の軟弱な場所での建設が必要とされている。このような場所に適した護岸として、根入れ鋼板セル護岸がある。この論文は、根入れ鋼板セル護岸の耐震性について検討し、新しい耐震設計法を提案するとともに、施工法についても考察を加えたもので、7章からなっている。

第1章は緒論であって、従来用いられて来た鋼矢板セル、置き鋼板セルについて概述するとともに、新しく考案された根入れ鋼板セル工法の特長を述べている。つぎに本研究の目的を述べ、さらに本論文の各章の概要を説明している。

第2章では、セル構造物の構造形態や特長、過去の研究状況、現行設計法などを概説し、根入れ鋼板セル設計上の問題点について述べ、本研究の目的をより具体的に示している。各種セルの特長、施工性、実績を記した後、主として耐震性に関する研究状況について述べ、根入れ鋼板セルの現行設計法での問題点を指摘している。

第3章では、根入れ鋼板セルの静的安定性と振動特性について室内模型実験と、屋外での大型模型実験を行い、安定性評価法について提案している。すなわち室内での水平載荷模型実験により、耐荷機構や根入れ効果について検討し、とくに鋼矢板セルの耐荷機構との差異について考察している。つぎに大型模型での振動破壊実験を行い、応答性状から、根入れ効果、セルと裏土工との相互作用、土圧、中詰土の有効質量などについて検討している。さらにこれらの実験の結果から、根入れ鋼板セルの新しい地震時安定計算法を提案している。

第4章では、実物根入れ鋼板セル護岸で、地震時における振動特性および土圧分布の測定を行い、前章で提案した地震時安定性計算法の妥当性について検討を行っている。さらに有限要素法による地震時応答解析を行い、実測値と比較して、地震時挙動を有限要素法により推定することが可能であることを確かめた。

第5章では、第3章で提案した地震時安定計答法に最適化手法を応用し、セルの大きさ、地盤改良域、根固め高さを設計変数とし、安全性を制約条件とし、工費を目的関数として、最適化問題を解き、設計平面上で種々の考察を加えることにより、本問題が最適設計の問題として解決できることを示した。また設計震度の影響を取り扱い、耐震性を考慮することにより、工費が14～24%増加することを結論づけている。

第6章では、実物根入れ鋼板セルの、打設時や、中詰後の挙動を現場で計測し、根入れ鋼板セル工法の施工性、打設の際の起振力および中詰土圧によるセル強度安定性などについて考察している。新しく開発した打設装置により、薄肉大径のセルが、根入れ可能か否かを、実物大鋼板セルでの施工実験で検証するとともに、打設時のセル殻応力、セルの挙動、施工性、地盤振動、騒音などの環境への影響などについて検討している。ついで、実護岸の一部に本工法が適用された際に行った現場計測により、セルの打設時挙動、中詰後のセル、アークに働く土圧、セル殻応力などについて考察している。またセル座屈を考慮した板厚算定法についても検討し、提案を行っている。

第7章は結論であって、本研究で得られた結論を列挙し、今後の問題点についても述べている。

## 論文審査の結果の要旨

近年、大水深で地盤の軟弱な場所で、港湾、空港などを対象とした人工島が建設されるようになったが、根入れ鋼板セル工法はこれらの護岸施設として新しく開発された、施工性、経済性にすぐれた工法である。本論文は、根入れ鋼板セル護岸の耐震性を、各種の模型実験、現場での地震観測、解析の方法による地震応答解析などを通じて検討し、新しい耐震設計法を提案するとともに、最適化手法による最適設計の結果について述べ、さらに本工法の施工性について考察したもので、得られた主な成果はつぎのとおりである。

1. 鋼板セル模型に水平荷重を作用させた実験、強制加振実験、ならびに、実物に近い大型護岸模型での耐震実験の結果を総合し、鋼板セルの動的挙動は剛体に近く、ロッキングが卓越すること、セルの根入れ効果は顕著であること、現行設計法では土圧外力を過大に、土圧抵抗力を過少に評価していること、中詰土の見かけ上の有効質量は加速度の増大とともに減少することなどを明らかにするとともに、低減式を適用した震度、新しい有効質量と地盤定数を用いて、セルの地震時安定性を適切に評価する方法を示した。

2. 実際に施工された根入れ鋼板セル護岸で、実地震観測を行い、43の地震に対する記録を得たが、そのうち地震規模、震央距離などを考慮して、4地震をえらび、応答特性を検討した結果、地震時のセルの挙動は、約2Hzのロッキング振動が卓越すること、土圧の分布は、模型実験の結果とよく対応し、前壁土圧および底面反力の観測値は、現行設計法による値より小さいことなどを明らかにした。さらに有限要素法を用いた地震時応答解析により、セルの地震時挙動を推定できることを示した。

3. 新しく提案した設計法を用い耐震設計を行うに際し、最適化手法が応用できることに着目し、セル高さ、セル直径、根固め高さ、前面・背面の地盤改良の有無、改良幅などを設計変数とし、工費を目的関数として最適設計を行った結果、地盤改良のない場合は、セル直径と根固め高さの2変数問題として解け、地盤改良のある場合も改良幅の最小値で最適解となり、同様の2変数問題となることを示した。また地盤

改良の有無で工費に大きい差異を生じないことを示すとともに、設計震度  $K_h = 0$  の場合の工費は、 $K_h = 0.2$  の場合の工費より 14～24% 低くなることを明らかにし、設計震度の設定に関する基礎的資料を提供した。

4. 実物大鋼板セルの施工実験，ならびに実護岸施工時の現場計測から，鋼板セル打設時挙動，中詰土圧の値などを求めた結果，本工法は施工性にすぐれ，バイブロハンマーの連動性も良好であり，N 値 20 程度で打設速度 0.5～1.0 m/分であることを示した。また打設時セル殻に生ずる応力は小さく，現在使用している鋼板厚さで座屈に対し十分安全であることを示すとともに，所要板厚算定の方法も提案した。さらに中詰土圧係数についても考察した。

以上要するに本論文は，新しい護岸工法である根入れ鋼板セルについて，模型実験，実物実験，地震観測から耐震性を検討し，新しい設計法を提案し，さらに施工上の諸問題についても考察を加えたものである。これらの成果は，近く制定されようとしている設計指針においても多く取り入れられており，学術上，實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また，昭和 62 年 4 月 10 日，論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果，合格と認めた。