

氏名	アギラル AGUILAR	バルダレス BARDALES,	ゼノン Zenon
学位(専攻分野)	博士(工学)		
学位記番号	工博第1808号		
学位授与の日付	平成11年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
研究科・専攻	工学研究科土木工学専攻		
学位論文題目	Observation and Estimation of Earthquake Ground Motion for Seismic Design of Long-Span Bridges (長周期地震動の観測・予測と長大橋の耐震設計への応用) (主査)		
論文調査委員	教授 家村浩和	教授 土岐憲三	教授 佐藤忠信

論文内容の要旨

本論文は、固有振動周期が長く、かつ支持基礎間が大きく隔った長大橋の耐震設計の基本となる地盤震動について研究を進めたものである。長大橋の建設地点におけるアレー地震記録の収集と解析を行うとともに、将来の巨大地震による地盤震動を推定したもので、6章から構成されている。

第1章では、長大橋の耐震設計において、現在までさほど注目されて来なかった長周期の地盤震動や支持基礎への多点入力の評価法について、関係する文献や設計基準等の調査を行い、一般的な考察を進めている。

第2章では、本研究実施上最も基本となる、アレー観測システムについて述べている。アレー記録の同時性を確保するための共通時刻歴信号の導入法や、長周期領域においても感度特性に優れた速度型の地震計の特性について記述している。さらに1989年のアレー観測開始以来得られた157の記録についてのデータベースを作製している。さらに関係する他機関のアレー観測システムやデータベースについても言及している。

第3章では、震源パラメーターと小地震の記録から、大地震による地盤震動を合成する手法を開発するとともに、この手法を用いて、1995年1月の兵庫県南部地震時の余震記録から、長大橋建設地点やその周辺での、本震記録の再現を行っている。観測記録との比較から、合成手法の妥当性が立証されている。さらにdelay-and-sumビームフォーミング手法を用いて、異なる基礎間での入力地震動の予測を実施している。

第4章では、震源は遠方であるが、マグニチュードの大きい地震による長周期地震動の予測法について記述している。中央構造線や南海道における巨大地震の震源パラメーターを特定した後、それらの地点における地震の記録を用いて、長大橋建設地点の地震動を予測している。その中で、特に断層面での破壊速度や基本とする地震記録(グリーン関数)の影響について考察を進めている。震源パラメーターとしては、南海道地震や十勝沖地震などの諸元が利用されている。本章での解析の結果、中央構造線において大地震が発生した場合に、長大橋に最も大きな影響のあることが示されている。

第5章では、ビームフォーミング手法によるグリーン関数を利用して、より広い地域における地震動を予測する手法について述べている。さらにこの手法を用いて、兵庫県南部地震時における大阪地域での地震動の予測を行い、観測結果との比較から評価手法の妥当性を立証している。

第6章では、本論で得られた成果をまとめて結論とし、今後の展望についても言及している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、従来の耐震設計ではさほど注目されて来なかった、長周期(2~30秒)地震動の現地観測を実施し、その記録を利用して、将来の巨大地震による同様の周期帯における地盤震動を予測する手法を開発し、それらの結果から長大橋の耐

震安全性の評価法を示したもので、得られた結果は次のようである。

- (1) 従来の加速度型強震計に比べて、長周期領域（2～30秒）での測定精度の高いサーボ型速度計を用いて、明石海峡周辺における4点アレー地震観測システムを構築し、兵庫県南部地震の余震を含む約160の地震による震動を記録し、それらの周波数解析、応答スペクトル解析などを行うとともに、データベースを作製した。
- (2) マグニチュードが比較的小さな小地震の記録から、大地震を合成する手法を採用するとともに、それらの波動の伝播特性をも考慮したグリーン関数を作製し、1～4 km程度隔たった地点での地盤震動を推定する手法を開発した。この手法により、兵庫県南部地震時の余震記録から、本震時における明石海峡大橋主塔および橋台の建設地点での震動を予測した結果、本震時における塔の動的性状を良好に再現できることが判った。
- (3) 長周期地震動（2～30秒）は、マグニチュードが7以上の大きな地震時に励起されることが多い。明石海峡周辺の巨大地震の震源として、中央構造線や南海トラフを想定し、これらの震源パラメータを設定するとともに、震源地域の小地震による地震動記録から長周期地震動の推定を行った。さらにその記録による応答スペクトルと明石海峡大橋の設計スペクトルとの比較を行い、同橋の耐震安全性の検討を行った。

以上のように、本論文は、長周期地震動の現地観測を実施するとともに、将来の巨大地震による地盤震動の予測法を開発することによって、長大橋の耐震安全性の評価法を示したものであって、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって本論文は、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また平成11年1月19日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。