

## 審査の結果の要旨

氏名 トウロン ビエット プオン

軽量骨材を使用した軽量コンクリートは、上部構造の死荷重を軽減できるので、特に耐震性の観点から下部工の設計を合理化する上で魅力的な構造材料である。かつて、床版厚が現行の規準よりも薄かった時代に、実建造物の床版に軽量コンクリートが使用されたことがあるが、床版厚が十分でなかったことを主な原因として早期に疲労寿命を迎えることとなり、以後、軽量コンクリートの床版への適用は見送られることが多かった。一方、膨張材を使用すると床版の耐疲労抵抗性が向上することや、膨張材と軽量骨材を併用すると、温度応力が著しく軽減することなどが明らかとなり、軽量骨材を膨張材と併用することで、再び床版に適用しようとする機運が高まってきた。また、床版の疲労は、軸直交方向ひび割れの発生による版の梁状化と正負交番を受けるひび割れ面での磨耗という劣化経緯をたどるが、このようなひび割れの伸展に伴う構造性能の低下に対して、主に止水性の回復を目的として近年開発が進められているコンクリートのひび割れ自己治癒技術が、有効に機能し得るかはどうかは定かではない。

このような背景の下、本研究は、膨張軽量コンクリートの繰り返し載荷によるひび割れ面でのせん断伝達の疲労特性を明らかにし、また、繰り返し載荷を受ける種々の構造挙動に対するひび割れ自己治癒の効果を検討した上で、膨張軽量コンクリートの水中疲労で確認された弱点の克服に、自己治癒技術がどの程度の改善効果をもたらすのかを検討したものである。

まず、膨張軽量コンクリートの正負交番および片振りせん断伝達繰り返し載荷実験を、比較用の普通コンクリートと軽量コンクリートと共に実施し、それぞれのせん断伝達疲労抵抗性を把握した。膨張軽量コンクリートの供試体では、ケミカルプレストレスを導入するために内部鉄筋を配置し、ダウエル作用を排除するために、ひび割れを貫通する拘束鉄筋は周囲のコンクリートと接触しないようにしている。実験の結果、膨張軽量コンクリートのせん断伝達疲労抵抗性は、通常のコンクリートよりは劣るものの、軽量コンクリートよりは改善されることを確認した。また、ひび割れ中に水を供給して水中疲労を模擬した実験では、軽量コンクリートのせん断伝達疲労抵抗性は、通常のコンクリートに比べて著

しく低下し、膨張軽量コンクリートの場合も低下が比較的により大きいことが明らかとなった。

続いて、複数のひび割れ自己治癒技術を適用した部材に対して、種々の載荷実験を行い、ひび割れ自己治癒効果が構造挙動に及ぼす影響について検討した。なお、実構造物では、疲労は数年～数十年に亘って進行する現象であるのに対して、実験では、時間的制約から数 Hz の繰り返し載荷により数日～1 週間程度で載荷を終了することから、数ヶ月～数年に亘って発現すると考えられる自己治癒効果を短い繰り返し載荷期間の間に発現させることは不可能と考えられた。そこで、供試体は、打設後 1 ヶ月間、40℃ の水中で促進養生を行ってセメント水和反応を極力収束させた上で最初の載荷を行い、その後、供試体を温水中に戻して 1 ヶ月間の自己治癒促進養生を行った後に、再度載荷を行って自己治癒による回復効果を確認した。実験の結果、直交ひび割れを導入した鉄筋コンクリートの一軸引張実験では、自己治癒の効果が除荷時の残留変位として確認され、せん断伝達実験では、自己治癒の効果がひび割れ直交方向の拘束応力の増加とすべり量の減少ないし増加の抑制として確認された。いずれも比較用の通常のコンクリートでは生じない現象である。また、負曲げが入った状況を想定して圧縮側に複数のひび割れを導入した梁試験体の曲げ試験を実施し、ひび割れの自己治癒および自己治癒成分の反応により、曲げ剛性の回復ないし低下抑制が生じることを確認した。また、ひび割れ中に水を供給しつつ、応力振幅を一定とした繰り返し曲げ載荷実験を実施し、たわみを指標とした耐疲労抵抗性の比較を行ったところ、自己治癒技術を適用した供試体の多くでたわみの増加が抑制され、膨張材と自己治癒技術を併用した場合には、軽量骨材を使用したコンクリートにおいても、主にケミカルプレストレスの導入効果と考えられるたわみ増加の顕著な抑制を確認している。

以上、本研究において、膨張軽量コンクリートの繰り返し載荷によるひび割れ面でのせん断伝達の疲労特性、特にひび割れに水分が侵入した場合の顕著な劣化現象を明らかにすると共に、ひび割れの伸展による構造性能低下を抑制する上での自己治癒技術の有効性を検証し、膨張材の併用と自己治癒技術の組み合わせが、軽量コンクリート床版の耐疲労抵抗性向上の有効な方策となることを指摘した意義は大きく、軽量コンクリートの床版への利用を促進する上での重要な知見を提示していることから、学術的な新規性と実務に資する有用性を有する研究成果と評価できる。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。