

模擬再生骨材を用いたレーザー加振技術による再生骨材界面の付着評価手法の検討

北海道大学大学院工学院環境フィールド工学専攻 ○学生員 茨木大輔 (Daisuke Ibaraki)
北海道大学大学院工学院環境フィールド工学専攻 学生員 彌永貴至 (Kanji Yanaga)
北海道大学大学院工学研究院土木工学部門 正 員 橋本勝文 (Katsufumi Hashimoto)
北海道大学大学院工学研究院土木工学部門 正 員 杉山隆文 (Takafumi Sugiyama)

1. 研究背景と目的

再生骨材は多くが路盤材として利用されているが、その需要の低下と天然骨材の枯渇により、さらなる活用方法が必要とされている。

コンクリート用再生骨材は、品質の高いものから順に H, M, L と 3 段階に JIS で定められている。このうち、2018 年の JIS 改正に伴い、品質の低い L 再生骨材と普通骨材の混合骨材が M 再生骨材の品質を満足する場合、再生骨材コンクリート M へ使用可能となった。しかしながら、再生骨材は母材コンクリートの用途や配合により品質に差があり、現行の基準では同等の品質の L 再生骨材の中でも普通骨材と混合することで、再生骨材コンクリート M の品質を満たすものと満たさないものがある。そのため、L 再生骨材の中でも再生骨材コンクリート M として再利用が可能になる適切な品質評価基準が必要であると考えられる。

先行研究において、現行基準で同品質とされる二種類の再生骨材を用いた場合、再生骨材コンクリートの耐凍害性に差異が見られた¹⁾。本研究では、原骨材とモルタルの付着特性が異なる再生骨材を模擬的に作製し、パルスレーザーの照射による加振試験を行うことで、再生骨材の品質に関する分類の可能を検証した。

2. 再生骨材界面のばねモデル

再生骨材の界面は剛体バネモデルを用いて表すことが出来る。本モデルでは、剛体を垂直バネと水平バネにより結合し、バネに材料が持つ非線形性を考慮することにより、複数の剛体からなる系全体としての非線形挙動を表現する。²⁾

本研究では、上記の剛体バネモデルを参考とし、図 1 に示すように、再生骨材界面において引張方向とせん断方向の 2 方向の付着特性に着目し、レーザー加振に

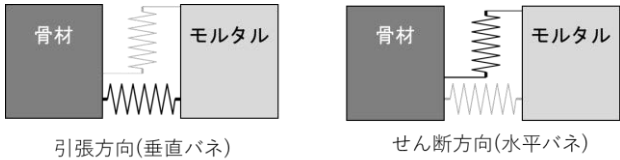


図 1 再生骨材界面のばねモデル

表 1 モルタル付着時間と付着力

	case1	case2	case3
付着までの時間(hour)	0	1	2
付着力	良	←	→ 悪

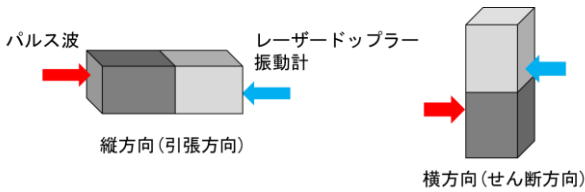


図 2 レーザー照射方法

よる骨材の振動挙動に及ぼす影響と再生骨材の品質分類を可能とする試験方法の適用性を検討する。

3. 模擬再生骨材の作製方法

骨材（碎石）にモルタルを付着させることで疑似的に再生骨材を作製した。骨材は 5 面カットし、大きさを揃え、1 面は付着面の再現のため、骨材の表面を残した。モルタルは JIS R 5201 に準拠したセメント強さ試験用の標準モルタルを使用した。また、モルタルの練混ぜ後、骨材に付着させるまでの時間を変化させることで界面の付着力が異なる再生骨材とした。付着までの時間と想定される界面の付着力の関係性を表 1 に示す。

4. レーザーの加振方法

模擬再生骨材の骨材部分に対して YAG レーザーによ

キーワード 再生骨材, 界面, レーザー加振, 品質評価
連絡先 〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目
北海道大学工学部 A4-53 室 TEL 011-706-6180

るパルス波（エネルギー：919mJ，パルス波：5nsec）を照射することで振動を励起し，レーザードップラー振動計を用いて，付着モルタル部分の振動の波形を測定した．本研究では，引張方向とせん断方向の影響を分けて検証を行うため，2 パターンの方向で同様の試験を行った．レーザ加振方法を図 2 に示す．なお，1 つの試料に対して加振試験は二回実地した．

5. 実験結果

5. 1 引張方向

最大で 40kHz までの振動スペクトルを取得したところ，低周波領域において振動が見られた．特に差異が見られた 1000Hz までの周波数スペクトルを図 3 に示す．これより，50Hz，130Hz，250Hz 付近で全てに振幅のピークが見られる．質量差の影響を無視するために，振幅の大きさを質量で除した単位質量あたりの振幅について，上記の 3 点のピークで比較した結果を図 4 に示す．これより，振幅が最大となった 130Hz 付近の結果では，付着力が大きいと考えられるモルタル付着までの時間が短い骨材ほど単位質量あたりの振幅が大きいことが分かる．50Hz では上記の傾向は認められず，また，250Hz では 130Hz と同様の傾向が得られるものの，振幅の大きい 130Hz の方がより顕著に傾向が出ている．

5. 2 せん断方向

引張方向と同様に低周波領域で振幅のピークが現れたため，1000Hz までの周波数スペクトルを図 5 に示す．130Hz と 250Hz 付近の 2 点で振幅のピークが現れており，上記 2 点の周波数における単位質量あたりの振幅の比較を行った結果を図 6 に示す．これより，せん断方向はレーザ加振により得られる振幅には差が無いことが分かる．

以上の結果から，実際の再生骨材の界面では引張方向とせん断方向の組み合わせによる波動伝搬が生じるものの，品質と関連しているのは引張方向であると考えられる．

6 まとめ

再生骨材へレーザ加振試験を行い，最大振幅を質量で割った値で比較を行うことで，再生骨材の付着力の差を評価可能であることが分かった．また，界面を引張方向とせん断方向に区別すると，品質と関連するの

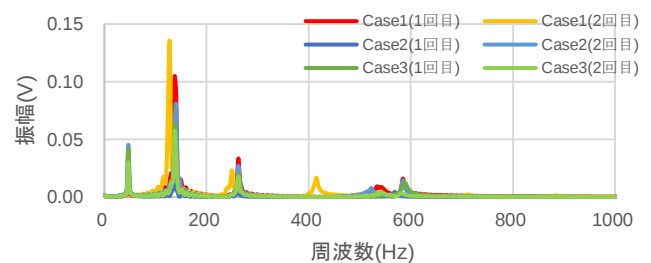


図 3 引張方向の 1000Hz までの振幅結果

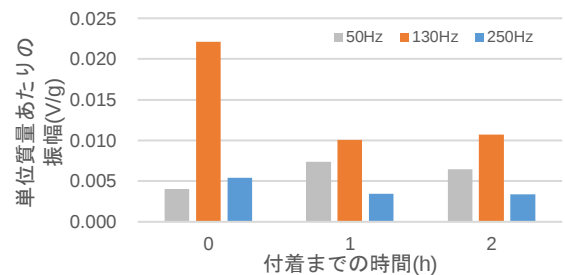


図 4 引張方向の単位質量あたりの振幅の比較

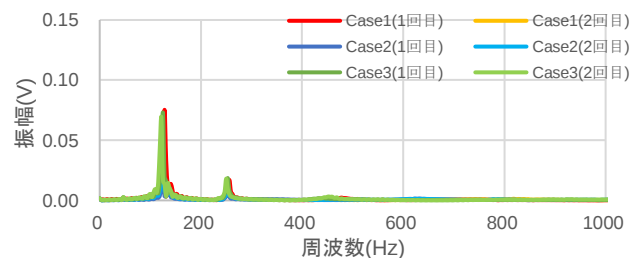


図 5 せん断方向の 1000Hz までの振幅結果

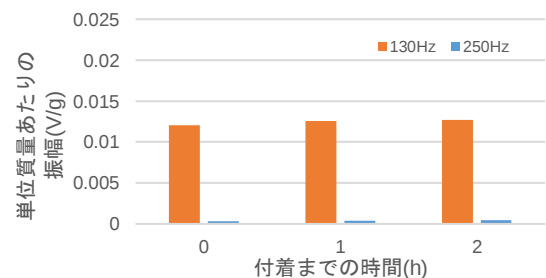


図 6 せん断方向の単位質量あたりの振幅の比較

は界面の引張方向の付着特性であると考えられる．

参考文献

- 1) 彌永貫至ほか：生骨材を混合利用して蒸気養生したコンクリートの凍結融解抵抗性の評価，年次学術講演会講演概要集，Vol.77，pp.V-495，2022
- 2) 奥山英俊ほか：付着モルタルが再生骨材コンクリートの力学特性の及ぼす影響の解析評価，コンクリート工学年次論文集，Vol25，No.1，2003