

Ⅲ-B224

気泡混合軽量土の生比重と一軸圧縮強さの関係

株式会社 白石 正会員 ○高田 晋
 長岡技術科学大学 正会員 渡邊 康夫
 長岡技術科学大学大学院 学生員 高橋 幹

1.はじめに

近年注目されている軽量盛土工法の盛土材として用いられる気泡混合軽量土（以下軽量土）は、母材である砂や粘土とセメント等の固化材に水を混ぜて作成したセメントスラリーに気泡を混合して製造される軽量の改良土で、普通土で施工する事が困難な箇所での盛土材・充填材として用いられている。しかし、軽量土の性質はいまだ不明確な部分が多く、その力学特性についても詳しく調べる必要がある。ここではセメントスラリーに混入する気泡の量を変化させて作成した軽量土の一軸圧縮試験を行って生比重と一軸圧縮強さの関係について調べ、生比重を使った一軸圧縮強さの推定式の提案を行っている。

2.試験条件

2-1.気泡混合軽量土の作成方法

使用した試料は、表-1 に示した配合設計に基づいて作成した空気量の異なる5種類の気泡混合軽量土とした。作成方法はあらかじめ混練したセメントスラリーに、気泡発生装置で発泡させてできる気泡を混入して再び5分間練混ぜて作成した。

表-1 気泡混合軽量土の配合設計

配合No.	粘土 (kg)	セメント (kg)	水 (kg)	空気量 (%)	起泡剤	
					原液 (l)	希釈水 (l)
①	262	262	430	40.0	1.01	15.1
②	240	240	400	45.0	1.02	19.4
③	218	218	365	50.0	1.26	18.9
④	196	196	333	55.0	1.58	23.7
⑤	174	174	300	60.0	1.51	22.7

2-2.品質管理

本実験では安定した均質な軽量土を得る為に、練混ぜ1バッチ毎に軽量土の生比重・空気量・フロー値及び発泡装置から得られる気泡の泡容量を測定する事によって品質管理を行った。なお、各配合における品質管理試験の結果を表-2 に示す。

表-2 品質管理試験結果

配合No.	フロー値 (cm)	空気量 (%)	生比重	泡容量 (g/l)
①	19.3	42.5	0.931	42.5
②	16.8	45.0	0.880	40.8
③	15.5	50.0	0.774	40.4
④	17.0	57.5	0.684	44.8
⑤	18.3	62.5	0.607	43.5

2-3.試験条件

一軸圧縮試験に用いた供試体の大きさは $\phi 5\text{cm} \times 12.5\text{cm}$ とし、プラスチック製の容器に打設した軽量土に供試体作製用型枠を挿入し、室温20℃の恒温室で3日間養生することにより作成した。3日養生後に型枠から試験体を取りだし、ラップで包んで所定の材令になるまで恒温室で気中養生した。一軸圧縮試験は材令が3日、7日、14日、28日の時に行なった。なお、せん断過程における軸ひずみ速度は1mm/minとした。

3.実験結果及び考察

3-1.一軸圧縮強さの経時変化

28日材令の一軸圧縮試験によって得られた各配合の応力-ひずみ曲線を図-1に示した。また、各配合の一軸圧縮強さの経時変化を図-2に示した。図-2から分かるように、軽量土は固化材を用いているので、セメントの水和反応に伴って一軸圧縮強さが増加する。材令が3日から7日まで一軸圧縮強さが約2倍に増加し、3日から14日までは約3倍、3日から28日までは約5～6倍に増加する。空気量の大小によって材令28日までの一軸圧縮強さの増進傾向には差があり、空気量が少ない軽量土ではほぼ直線で増加しているのに対し、空気量の少ない軽量土では初期に大きく増加しその後の強度増進は少なくなる。セメントの硬化はいつまでも続くわけではないのでこのまま一軸圧縮強さが大きくなることはないが、28日程度まではほぼ線形に強度の増加が見られた。

気泡混合軽量土、一軸圧縮強さ、空気量、生比重、材令

〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 環境・建設系 TEL 0258-47-9638

図-1 から空気量が多い軽量土の応力-ひずみ曲線はピークを持たずに残留強さを示すのに対し、空気量が少ない軽量土では明確なピークを示したあとに圧縮強さが減少し、その後残留強度を示す形となった。これは、空気量の多い軽量土では気泡によって形成された間隙が多く、力を支える構造体の部分が空気の少ない軽量土に比べて少ないために早く降伏するものと考えられる。

3-2. 生比重と一軸圧縮強さの関係

気泡混合軽量土は、軽量性を得る為に気泡を混入する為、空気の混入量によってその一軸圧縮強さは変化し、この2つの間には高い相関性があるものと考えられる。しかし、品質確認試験の空気量の測定精度はあまり高くないため、空気量のみで管理していくのは難しい。そこで、混入された空気量と混練り時の生比重の関係に線形の関係があることと、生比重が比較的正確に測定できることから生比重と一軸圧縮強さの関係で整理することとし、その関係を図-3 に示した。この図よりどの材令においても生比重が増加すれば一軸圧縮強さは増加し、各材令毎に生比重と一軸圧縮強さは線形関係にある事が分かった。

3-3. 一軸圧縮強さの推定式

生比重と一軸圧縮強さの関係を $q_u = A \rho_n + B$ という線形関係で表現できることから、材令と各係数の関係を整理したのが図-4 である。この図のように材令と係数 A、B の値が対数関数であらわせることができた。すなわちあるセメントスラリーを使用して軽量土を施工する場合、あらかじめこの係数 A、B を知るることによって、軽量土配合時の生比重からある材令の一軸圧縮強さを推定することができることとなる。

実際に品質管理にこの推定式を使用する場合、空気の混入量によって変化する生比重から材令 28 日の一軸圧縮強さを推定し設計値と比較することとなる。表-1 のセメントスラリーを使って軽量土を作成した場合、5%の空気量の違いにより約 2 割一軸圧縮強さが変わってくることがこの推定式から分かった。

4. まとめ

空気量を変えて行なった気泡混合軽量土の一軸圧縮試験の結果をまとめると以下ようになる。

- ① 空気量が多くなり生比重が減少すれば一軸圧縮強さは減少する。
- ② 生比重と各材令における一軸圧縮強さの関係は線形関係で表せる事が分かった。
- ③ 同じセメントスラリーを利用した気泡混合軽量土の一軸圧縮試験を行った結果、硬化後の一軸圧縮強さを推定する方法を見出した。

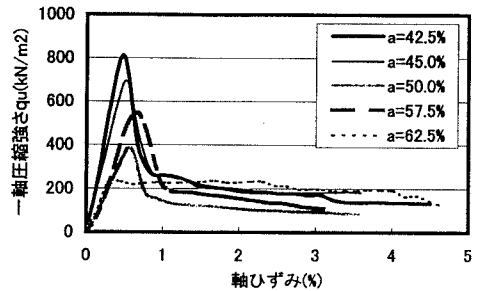


図-1 応力-ひずみ曲線

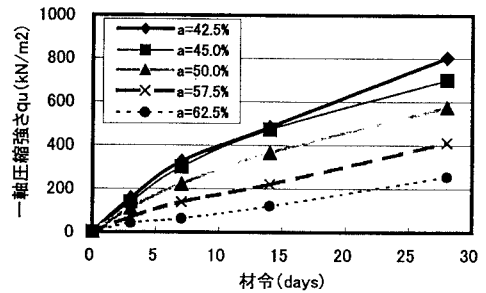


図-2 一軸圧縮強さの経時変化

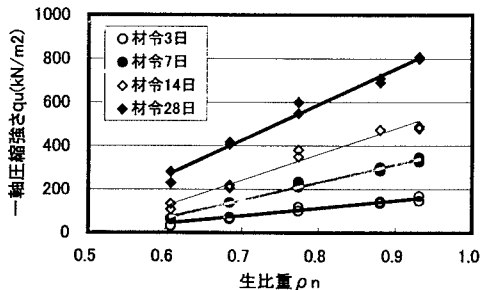


図-3 一軸圧縮強さと生比重の関係

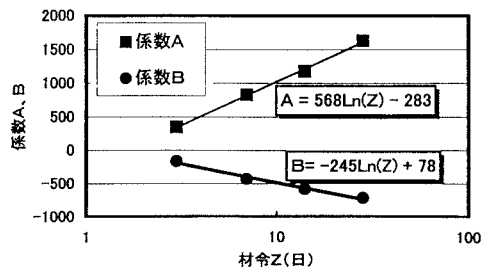


図-4 材令増加に伴う係数 A・B の変化