

高速道路における気泡混合軽量土の長期耐久性に関する試験と評価

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 ○米澤 友哉

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 村上 豊和

西日本高速道路エンジニアリング四国(株) 正会員 伊藤 博信

1. はじめに

気泡混合軽量土(以下、「FCB」という)は、砂質土、セメント、水、および気泡剤から構成される改良土であり、軽量盛土工法の中のひとつである。この FCB を用いた盛土工法は、軽量かつ硬化後は自立するのが特徴であり、軟弱地盤上の盛土や地すべり地の荷重軽減に適用されている。FCB 工法が現場で採用されてから約 35 年、保護壁内部への水浸透による錆汁や保護壁の一部落下が確認され¹⁾、さらに FCB 長期耐久性試験においても強度低下が報告されている²⁾。そのため、今後さらなる経年劣化も想定されることから FCB 工法の長期耐久性を把握しておくことは重要である。

本報文は、高速道路における FCB の長期的な強度特性を把握するため、試験体作製 20 年後の強度特性について調査した結果を報告する。また、一軸圧縮強さ q_u および湿潤密度 ρ_t においては、経年的な変化についても合わせて報告する。

2. 試験概要

実物大での現地養生条件下における FCB の長期的な強度特性を把握するため、平成 12 年 9 月に図-1 に示す橋台への土圧軽減対策として施工された FCB 側面に、追跡調査を行うための試験体を作製した。試験体は、図-2 に示すとおり 1 ヶ月養生、6 ヶ月養生、1 年養生、5 年養生、10 年養生の試料採取が出来るように 6 つのブロックとしていた。配合は、S/C=0 で目標一軸圧縮強さを $q_{uk}=300 \text{ kN/m}^2$ (K0-3 配合)、 500 kN/m^2 (K0-5 配合)、 $1,000 \text{ kN/m}^2$ (K0-10 配合) の 3 種類として試験体を打設した。試験体には試験体内の養生温度を計測するため、熱電対を配合毎に FCB 端部および中央部の 2 箇所に埋設しており、その結果は北村ら³⁾が報告している。

強度特性を把握するため試験体からブロックサンプリングした。FCB 試験ブロック割図(横断図)を図-3 に示す。ブロックサンプリングは FCB 天端より、幅 450mm、奥行き 250mm、高さ 500mm で墨出し後チェーンソーを用いて切り出した。その後、吸水や暴露状態による強度低下を防ぐため、ポリエチレン製緩衝材(エアークッション)で養生を行った。その後、1 配合当たり 3 本ずつ直径 100mm、高さ 200mm の供試体に成形し、土の一軸圧縮試験(JIS A1216)および pH 試験(JGS 0211)を実施した。なお、試験結果は、一軸圧縮強さ q_u 、湿潤密度 ρ_t 、含水比 w 、pH を取りまとめた。

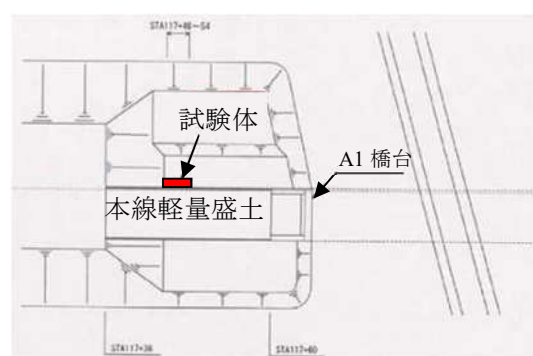


図-1 長期養生試験箇所平面

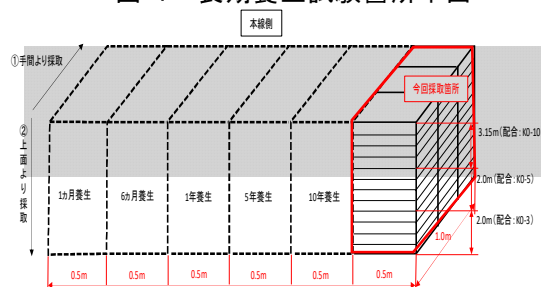


図-2 FCB 試験ブロック割図



図-3 FCB 試験ブロック割図(横断図)

キーワード 軽量盛土工法, FCB, 長期耐久性, 一軸圧縮強さ

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1

(株) 高速道路総合技術研究所 道路研究部 土工研究室 TEL042-791-1694

3. 試験結果

(1) 20 年養生

NEXCO3 会社の建設する高速道路では、FCB 工法の品質確認方法として、一般的に一軸圧縮強さを確認している。そのため、一軸圧縮強さ q_u と各指標との関係を回帰分析により決定係数 R^2 を求めた。

図-4 に一軸圧縮強さ q_u と含水比 w の関係を示す。一軸圧縮強さ q_u は含水比 w が増加するにつれて低くなっている傾向がみられる (決定係数 $R^2=0.49$)。図-3 に示す試験ブロックの位置関係から下部の FCB ほど含水比 w が高く、含水比 w の関係は $K0-10 < K0-5 < K0-3$ となった。これは、試験ブロック上部からの水が下部へ浸透したことによるものと考えられる。また、 $K0-5$ ⑩ならびに $K0-5$ ⑫の一部供試体に一軸圧縮強さが他の一軸圧縮強さより低い値を示した。これは、供試体内に気泡が集中している箇所があり、圧縮試験時にその箇所で亀裂が生じて強度が低くなったものと推定される (写真-1 参照)。

次に一軸圧縮強さ q_u と湿潤密度 ρ_t の関係を図-5 に、一軸圧縮強さ q_u と pH の関係を図-6 に示す。一軸圧縮強さ q_u と湿潤密度 ρ_t および pH の関係性は特にみられなかった ($q_u-\rho_t: R^2=0.26$, $q_u-\text{pH}: R^2=0.1$)。

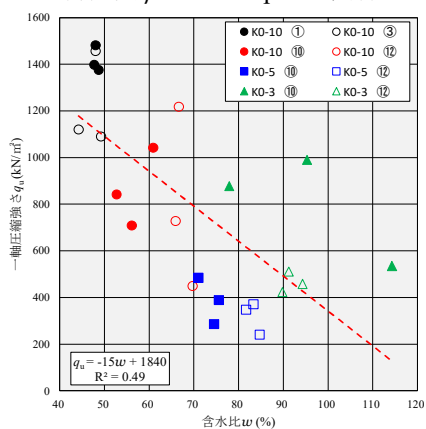


図-4 一軸圧縮強さと含水比の関係

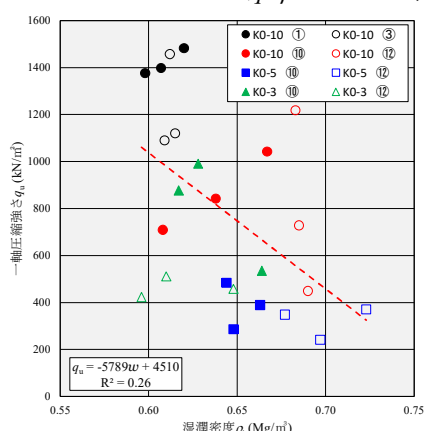


図-5 一軸圧縮強さと湿潤密度の関係

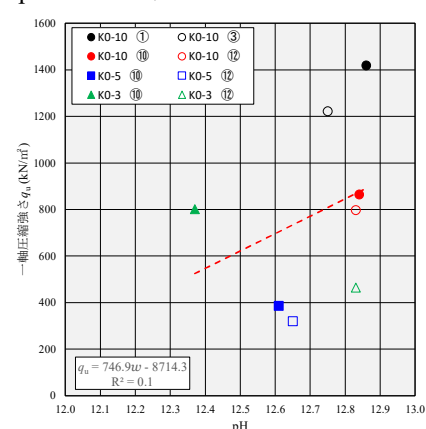


図-6 一軸圧縮強さと pH の関係

(2) 平均一軸圧縮強さ $\bar{q}_u$ ・平均湿潤密度 $\bar{\rho}_t$ の経時変化

平均一軸圧縮強さ $\bar{q}_u$ および平均湿潤密度 $\bar{\rho}_t$ の経時変化については、図-7 に示すとおり、 $K0-5$ 以外では目標一軸圧縮強さ q_{uk} を維持している。 $K0-5$ は前述の通り、供試体内に気泡が集中している箇所があったため平均一軸圧縮強さ $\bar{q}_u$ が低下してみえるものと推定される。また、平均湿潤密度 $\bar{\rho}_t$ は、5 年養生から一定若しくは少し増加している。

4. まとめ

平均一軸圧縮強さ $\bar{q}_u$ は目標一軸圧縮強さ q_{uk} に対し概ね上回り、平均湿潤密度 $\bar{\rho}_t$ も経年的に安定していることが確認できた。一方、平均一軸圧縮強さ $\bar{q}_u$ は、含水比に最も影響していることが推測された。本試験結果は FCB 上面に遮水シートをした場合のものであり、遮水シートなしの場合では目標一軸圧縮強さに対し下回る可能性が想定される。そのため、FCB の長期的な強度低下を防止するためには、表面からの雨水等の浸透を抑制する事が重要であることが再認識された。

参考文献

- 1) 佐野良久, 橋本祐貴: FCB で構築された改良土の長期耐久性と評価, 基礎工 pp052-055, 2017. 9
- 2) 橋本祐貴, 村上豊和: 15年経過した気泡混合軽量土の長期耐久性に関する検討, 土木学会全国大会第77回年次学術講演会III-284, 2022. 9
- 3) 北村佳則, 藤岡一頼: 気泡混合軽量土 (FCB) の耐久性検討, 基礎工 VOL.32, NO.12, pp37-40, 2004.12



(a) K0-5⑩

(b) K0-5⑫

写真-1 一軸圧縮試験後の供試体

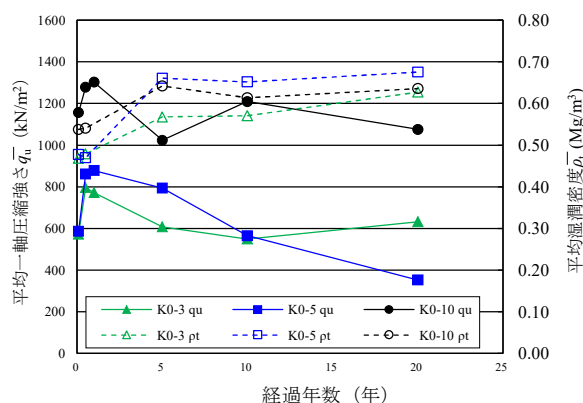


図-7 一軸圧縮強さと経過年数との関係