

補強土工法に用いる透水性セメントミルク硬化体 その2：鉄筋との付着強度

鉄道総研○(正)太田直之 (正)高馬太一

(正)渡邊 諭 (フェロー)杉山友康

五洋建設 (正)三好俊康 (正)小野友成 (正)川崎光洋

JR 西日本 (正)泉並良二

1. はじめに

降雨などの表面水や地下水が盛土に浸透して盛土内水位が上昇すると盛土の安定性は低下し、場合によっては崩壊に到ることがある。このような浸透水による盛土内水位の上昇を防ぐために、鉄道盛土では排水パイプが施工される場合がある。一方、排水対策とは別に、のり面に配置した補強材の引張抵抗によってのり面を補強するネイリングなどの補強土工法がある。このような排水パイプによる水位低下機能と補強材によるすべり抵抗増加機能とを兼ね備えた図-1 に示すような透水性補強土工法が開発されれば、より効果的な対策となり得ると考える。本報告では、この工法に使用する透水性セメントミルク硬化体と補強材との付着強度について述べる。

2. 溶解性繊維を用いた透水性コンクリートのグラウト材への適用

補強土工法は、一般に鉄筋およびグラウト材からなる棒状補強体をのり面に配置する。このグラウト材に透水機能を付加することで、棒状補強体が排水パイプの代わりとなり排水機能を有する補強土工法が得られる。ここで、グラウト材に排水性を付加するためには透水性コンクリートの適用が考えられるが、従来の透水性コンクリートは密実なコンクリートに対して強度が著しく低下すること、骨材量に対してセメントミルクが少ないため流動性が低く注入に適していないこと、などの欠点から、補強土工法への適用性は低いと考えられる。

そこで、このような従来の欠点を補った透水性を有するグラウト材として、溶解性繊維¹⁾を用いて作成した透水性セメントミルク硬化体の適用を検討した。この繊維はセメントのアルカリ分および水と熱によって分解する性質を有しており、この繊維を混合したセメントミルクが硬化すると、内部に直径数ミリ程度の管状の空隙が繊維混入量に応じて形成され、透水性を有した硬化体が得られる。粗骨材を使用しないため流動性が高く、のり面に削孔した孔内にグラウト材として注入することが可能である。図-2 には繊維が溶解した後のコンクリートの断面を示す。断面には複数の空隙が存在している様子がわかる。このようなコンクリートを補強土工法のグラウト材に用いることで、排水機能を備えた補強土工法の施工が可能となる。

3. 透水性コンクリートと芯材との付着力

のり面の安定化を図るためには、想定する引抜き力に対して補強体が引抜けないように、地山とグラウト材との間の付着力および鉄筋等の芯材とグラウト材との間の付着力をそれぞれ確保する必要がある。一方、透水性セメントミルク硬化体は多くの空隙を有しているために、通常のグラウト材よりその圧縮強度が小さい²⁾。これに伴い、特に、硬化体と芯材との付着強度は通常のグラウト材より小さくなることが予想され、補強土としての要件を満たさないことが懸念される。そこで、透水性セメント硬化体と芯材との間の付着応力を室内試験により確認した。

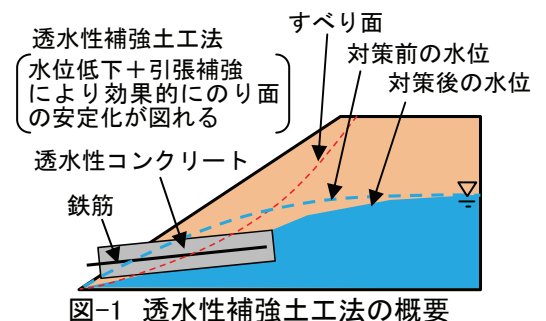


図-1 透水性補強土工法の概要

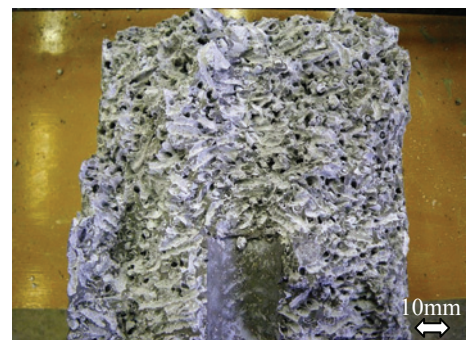


図-2 溶解性繊維を用いて作製した透水性コンクリートの断面

キーワード 透水性コンクリート, 補強土工法

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 42-8-38 TEL 042-573-7263

3.1 実験方法

実験に用いたセメントミルクの配合を表-1 に示す。溶解性繊維の体積混合率を 5%および 10%とした 2 種類の配合で、各 3 個の供試体を作成し引抜き試験に用いた。各配合による供試体の 28 日圧縮強度の平均値は、5%混入供試体で 3.9N/mm^2 、10%混入供試体で 1.2N/mm^2 であった¹⁾。

付着強度は、土木学会規準³⁾に則した引抜き試験により求めた。一辺 15cm の立方体の型枠を用い、その中心に D25 異形鉄筋を配置し、鉄筋の周囲に上述の溶解性繊維を混入したセメントミルクを打設した。セメントミルク打設時に、図-3(a)に示すように載荷端側に 48mm の非付着区間を設け、図-3(b)に示すような供試体を作成し引抜き試験に用いた。引抜き試験は図-3(c)に示すような載荷試験機を用いた。

3.2 実験結果

実験で得られた付着応力とすべり量との関係を図-4 に示す。図には 5%混入供試体と 10%混入供試体の代表的な試験結果を示す。5%混入供試体の最大付着応力は 3.10N/mm^2 、10%混入供試体の最大付着応力は 1.70N/mm^2 であり、両者とも従来の補強土工法で規定⁴⁾されている許容付着応力 1.6N/mm^2 と同等以上の強度を有していることがわかる。また、各供試体で最大付着応力が測定された時のすべり量は 0.077mm および 0.08mm であり、繊維混入量によらず、両者とも鉄筋の直径の 0.3%程度のすべり量が発生した時に最大付着応力に達している。

また、図-4 では繊維混入量に応じて最大付着応力が低下することが示されていることから、付着応力と供試体の湿潤密度との関係を図-5 に整理した。体積混合率 5%で作成した 3 つの供試体には密度のばらつきがみられるものの、密度と最大付着応力との関係は線形性を有していると考えられる。

4. おわりに

本報告では、溶解性繊維を用いた透水性セメントミルク硬化体の付着強度について述べた。実験の結果、硬化体と鉄筋との付着強度は、従来の切土補強土工に使用されるグラウト材と同程度の強度を有していることが明らかになった。また、本報で述べた配合で作成した透水性セメントミルク硬化体は $3 \times 10^{-2}\text{cm/s}$ 程度の透水係数を示しており²⁾、付着強度および透水性の両面で、透水性補強土工法へ適用可能な性能を有していると考えられる。

以上のような結果を基に、今後、実現場への適用を想定した具体的な施工方法等について検討する予定である。

【参考文献】

- 1) 安井ほか：地下水流動保全を対象とした透水性回復型の裏込め注入材料の開発，土木学会第 59 回年次学術講演会，6-254，2004
- 2) 三好ほか：透水性セメントミルク硬化体 その 1：材料特性について，土木学会第 65 回年次学術講演会概要集，2010 投稿中。
- 3) 土木学会：引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法（案）（JSCE-G 503-2007），コンクリート標準示方書〔規準編〕，2007
- 4) 日本道路公団：切土補強土工法設計・施工指針，2002

表-1 供試体の配合

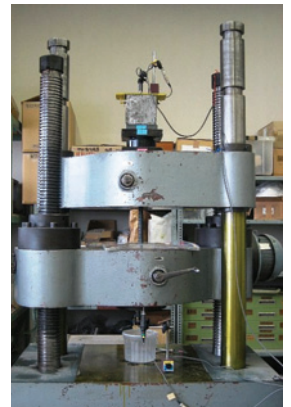
材 料		配合 (kg/m ³)	
		繊維 5%混入	繊維 10%混入
母 材	普通セメント	1135.4	1074.6
	水	447.7	417.3
繊 維	溶解性繊維	50.0	100.0
	水	120.0	120.0
添加剤		32.9	32.2



(a) 打設状況



(b) 供試体



(c) 試験状況

図-3 供試体と引抜き試験の状況

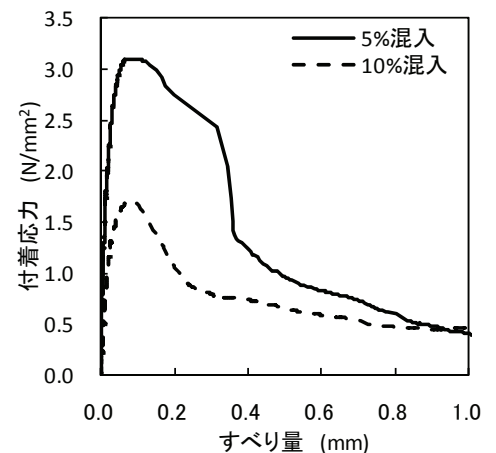


図-4 付着応力～すべり曲線

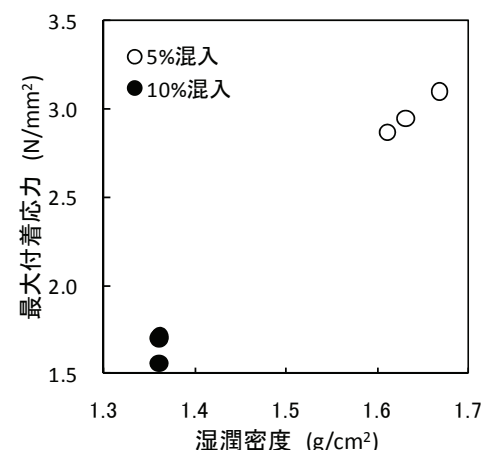


図-5 最大付着応力と湿潤密度との関係