

(III-53) 鉄筋を用いた補強土工法の管理基準について

日本道路公団技術部 正会員 萬徳昌昭 竹内孝光 朝日理登

1. はじめに

近年、切土のり面の安定化工法や構造物掘削に適用する工法の一つとして、鉄筋などを地山に挿入し安定化を図る工法の実施事例が増えている。日本道路公団（以下、JHという。）では本工法を他の補強土工法との混同を避けるため切土補強土工法（以下、本工法という。）と呼んでいる。

本工法（図-1）は地山の微小な変形により地山内に受動的に補強材力が生じることとなっている。したがって、ある程度の地山の変形を許す工法であるとも言えるが、特に施工中には逆巻施工によっても無補強ののり面が順次現れることとなり、施工中における安全の確保が課題となっていた。しかしながら、これに関わる管理基準についてはこれまで地盤条件や崩壊の形態などが現場ごとに様ではないことから、各現場技術者の判断により適宜設定することとなっていたことから、今回、既往の試験施工あるいは実物大実験結果に基づいて適正な管理基準の検討を行ったものである。

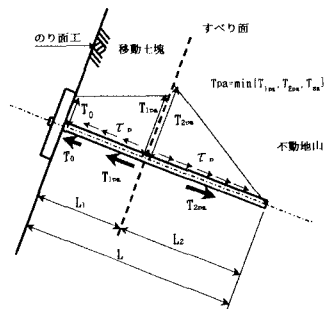


図-1 切土補強土工法の概念図

2. 土塊の変形と計測項目

切土施工後ののり面の変形モードについては前ダオレあるいは中ハラミ等の形態を示すことが知られているが、JHの行った試験施工の結果では掘削勾配が1:0.0の場合はすべて前ダオレの形態を示し、勾配が緩やかになるにつれて、孕み出しやズレを示すことが明らかとなっている。したがって、管理基準値を設定するにあたっての計測項目については、施工時に急勾配であるほど危険度が高いと考えられることから、前ダオレの計測を効果的に行えるのり肩の水平変位によるものとし、次式に示すように

$$\gamma = \delta / H \quad \cdots \cdots (1) \quad \text{ここに、} \delta : \text{のり肩水平変位, } H : \text{掘削高}$$

掘削高で除することにより見かけのせん断ひずみ γ を求めることとした。

3. 見かけのせん断ひずみと変形係数

構造物掘削の急勾配化に本工法を用いた試験施工、試験研究所が実物大実験から、掘削高と水平変位の関係について計測を行ったところ図-2のような結果を得ている。図中には見かけのせん断ひずみを点線で示している。また、孔内水平載荷試験による変形係数と見かけのせん断ひずみの関係について図-3に示す。図中には一軸圧縮試験による限界ひずみと弾性係数の関係の勾配（桜井¹⁾の文献の下限値を参考とした。）を併せて示しているが、限界せん断ひずみの傾向とよく似通っている。

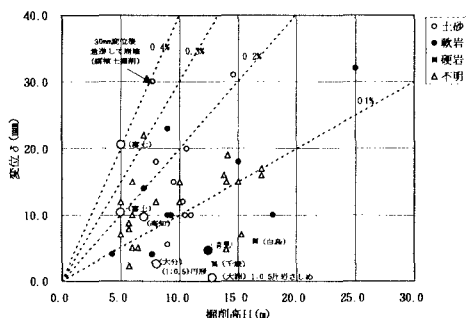


図-2 掘削高と水平変位の関係

1) 土砂の管理基準値

実物大実験で極限平衡法による安全率の評価と見かけのせん断ひずみの関係について取りまとめた（図-4）ところ、土砂の場合は安全率が $F_s=1.3$ を下回った時点から急速に見かけのせん断ひずみが増加している。

キーワード 切土補強工、管理基準値、構造物掘削、見かけのせん断ひずみ

連絡先 (〒100-8979 千代田区霞ヶ関3-3-2 tel 03-3506-0268 fax 03-3506-8870)

また、無補強の場合は $\gamma=0.2\%$ 程度でも崩壊が発生したのに対し、補強後では補強鉄筋による粘り強さが発揮されて $\gamma=0.4\%$ 以上で崩壊が発生している。したがって、土砂については $\gamma=0.4\%$ を目安として設定することとした。

2) 軟岩の管理基準値

図-2 並びに図-3 の結果並びに龍岡ら²⁾の軟岩の破壊ひずみの試験結果を参考として、 $\gamma=0.3\%$ を目安として設定した。

3) 硬岩の管理基準値

桜井の結果と軟岩の基準値から $\gamma=0.2\%$ を目安として設定した。

上記によって決定した管理基準について実際の施工を行う場合の安全レベルの目安としては限界値の半分に設定し表-1 のとおりとりまとめた。

4. 施工に関する留意事項

図-5,6 に実物大実験の時間～変位・ひずみ速度の関係を示す。図-5 から、健全に施工されたケースでは変位が収束した後に次の掘削が行われているのに対し、施工中崩壊の図-6 では、3 段目の変位の収束を待たずに4 段目を切り出したため崩壊に至っていることが分かる。したがって、本工法においては施工中の変位状況を随時観測のうえ施工を行う必要があると言える。

5. まとめ

切土補強土工法の施工管理に用いる基準について実物大実験あるいは試験施工の結果等から検討を加え次のことが明らかとなった。

- ①地山の変形状況を確認する方法として、のり肩水平変位と掘削高を用いて見かけのせん断ひずみを得る方法を検討した。
- ②管理基準値について、 γ が $0.2\sim0.4\%$ の範囲で地質ごとに設定した。
- ③崩壊事例から見かけのせん断ひずみを用いて変位収束後に次段掘削を行うことが重要であること示した。

<参考文献>

- 1) 桜井：都市 NATM の設計施工マニュアル：1988 11：土木学会関西支部
- 2) TATSUOKA F. KOHATA Y. TSUBOUCHI T. OCHI K. Stiffness of sedimentary soft rocks

evaluated by triaxial compression tests: INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS, TOKYO/JAPAN/ 1995

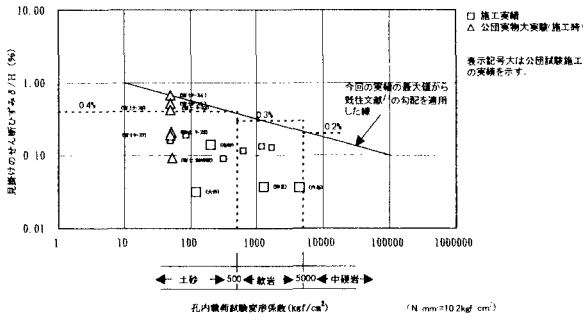


図-3 変形係数と見かけのせん断ひずみ

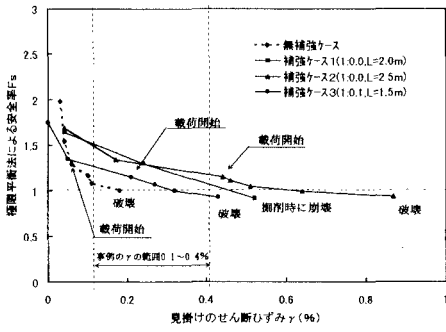


図-4 安全率と見かけのせん断ひずみ

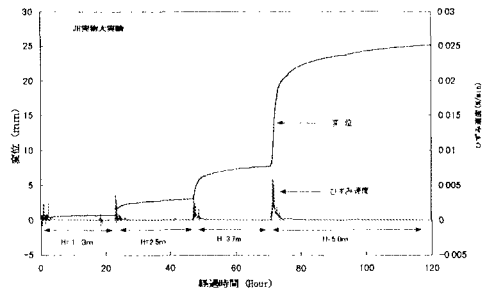


図-5 変位とひずみ速度 (通常施工の場合)

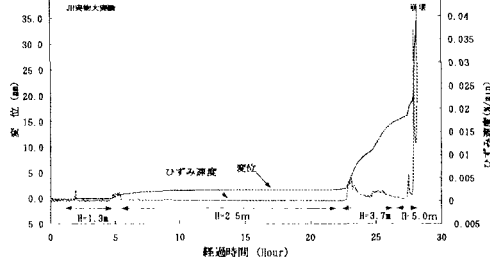


図-6 変位とひずみ速度 (施工中崩壊の場合)

表-1 切土補強土の管理基準値

	通常レベル	警戒レベル	中止レベル
土砂	$0.2 > \gamma$	$0.2 < \gamma \leq 0.4$	$\gamma > 0.4$
軟岩	$0.15 \geq \gamma$	$0.15 < \gamma \leq 0.3$	$\gamma > 0.3$
硬岩	$0.1 \geq \gamma$	$0.1 < \gamma \leq 0.2$	$\gamma > 0.2$