

アンカー定着部シースの拘束効果 —— シースの応力度について ——

日本建設技術(株) 正 〇原 裕

佐賀大学 理工学部 正 鬼塚克忠

1. まえがき

地すべり防止工事、斜面または法面の安定工事に永久アンカーを使用する場合には「防食として永久アンカーは二重防食によることを原則とする。」¹⁾とされている。

数年前から、砂層や砂礫層または亀裂の多い岩盤などを永久アンカーの定着層とする場合には地下水の影響とか、インナーグラウトが横方向への拡大を拘束することを考慮して、アンカー引張り材の定着部には防錆効果が高く、拘束効果の高いシース材(SHSシース: ステンレス製ワインディングシース)が使用されてきている。

室内試験と現場試験において、アンカー引張り力に対するSHSシースの軸方向と円周方向の発生応力とFEM解析の相関関係および、拘束効果をまとめて報告するものである。

2. 室内試験および現場試験とFEM解析

2.1 室内試験および現場試験

室内試験と現場試験方法については、従来から報告してきているのでここでは省略する。²⁾³⁾

2.2 FEM解析

アンカー定着部シースの軸方向および円周方向応力の発生状態を試験結果と比較するために、二次元軸対称問題として、アイソパラメトリック8点要素を用いた有限要素法で解析した。

材料の弾性係数E (kgf/cm²)、ポアソン比 ν は次に示す値を用いている。

PC鋼より線: $E_1=2.1 \times 10^6$, $\nu_1=0.33$, モルタル: $E_2=2.1 \times 10^5$, $\nu_2=0.18$, SHSシース: $E_3=2.1 \times 10^6$, $\nu_3=0.33$, 地山: $E_4=2.1 \times 10^6$, $\nu_4=0.33$ 。

3. 試験結果

3.1 室内試験

シース内にモルタルを充填した場合を無拘束状態とし、シースの内・外部を充填した状態を拘束状態とした。円周方向と軸方向応力の測定結果を図-1、図-2に示す。

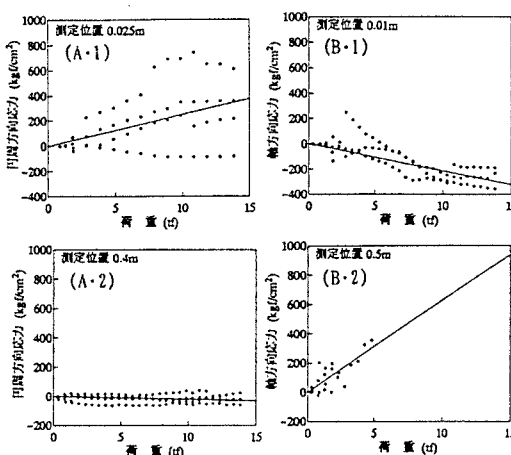


図-1 無拘束状態の円周・軸方向応力

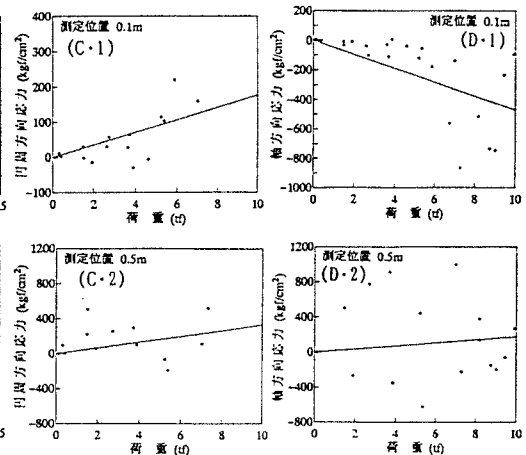


図-2 拘束状態の円周・軸方向応力

円周方向応力は加力端部(0.025m, 0.1m)では、拘束状態の方がその発生応力は小さくなっている(A-1, C-1参照)。しかし加力端から離れる(0.4m, 0.5m)とその傾向は逆になる(A-2, C-2参照)。

また、軸方向応力は、加力端部(0.01m, 0.1m)では、無拘束・拘束状態ともに圧縮応力を受けている(B-1, D-1参照)。これは、「引張型アンカーでは、自由長部から定着長部へ入って数メートルでアンカー体は比較的大きなアンカー軸方向圧縮応力を受けるので、断面には横ひずみによる割応力が発生する」⁴⁾ということと同様なことがSHSシースにおいても確認でき、引張り材と同様の結果を得た。加力端から離れる(0.5m, 0.5m)との軸方向応力は拘束状態の方が小さな値になっている。したがって、円周・軸方向ともに引張り領域にあるといえる。

3.2 現場試験

定着長3.0mに対して加力端から0.3mと2.80mの2点で円周方向・軸方向応力が測定できた。他のポイントでは測定不能であった。最大荷重時の13.5tfのときの円周・軸方向の発生応力は、約250~約300kgf/cm²とほぼ同じ値を示しており、室内試験のような応力変化はみられなかった。しかしながら、SHSシースには引張り応力が発生していることは明確である。⁵⁾

3.3 FEM解析

FEM解析による無拘束状態と拘束状態でのシースの円周方向と軸方向応力の発生状況を示すと図-3のようになる。

E・1とE・2から円周方向応力は加力端部から5cmと45cmの点が圧縮領域にあるがこれは、クラックが発生した位置と思われる局部的に圧縮傾向を示したが他では引張り応力が働いている。

また、F・1、F・2から軸方向応力は加力端部から引張り領域で徐々に応力が発生し試験体の中間で最大となり加力端になるにしたがって徐々に応力が収束する台形状を呈している。

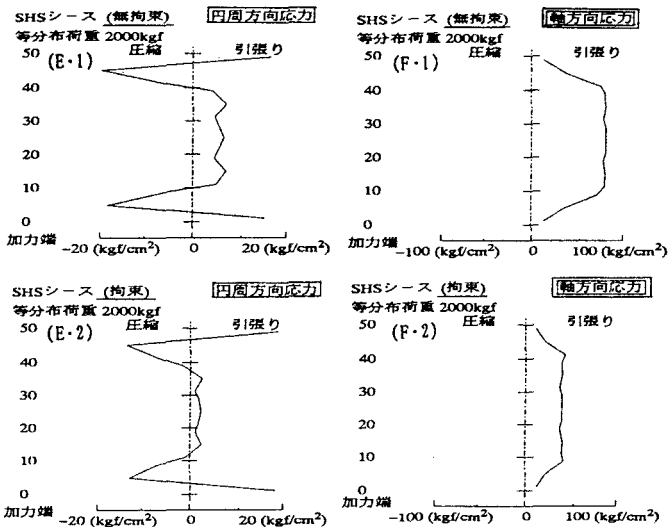
応力度の低下は円周方向応力では拘束状態は無拘束状態の約 1/3に、軸方向応力は約 1/2に最大応力度が低下している。

これは、アウターグラウトと地山による拘束効果が明確に現れたといえる。

3.4 SHSシースの拘束力

P C鋼より線を緊張することによりシーす内部に注入したグラウト材が変形し、P C鋼より線を締め付ける圧力が働く、これを拘束応力度とする。この力が薄肉シーすに円周方向の引張応力が発生し、これがフープテンションとなる。

表一に室内試験と現場試験の値を示す。



図一3 FEM解析による円周・軸方向応力

表一 室内試験と現場試験の試験結果²⁾³⁾

試験方法	試験値 最大荷重 (tf)	ひずみ		応力		フープテンション 応力度 (kgf/cm ²)	拘束応力度 (kgf/cm ²)
		円周方向 (μ)	軸方向 (μ)	円周方向 (kgf)	軸方向 (kgf)		
室内試験 (拘束状態)	9.53	1009.3	154.5	2119.6	324.5	2119.6	18.6
現場試験	13.50 (9.00)	217.0	167.0	455.7	350.7	455.7	4.9

() は設計荷重

表一から最大荷重時の軸方向ひずみ量としては室内試験と現場試験は154.5μと167μでほとんど差はないが円周方向では、1009.3μと217.0μであり室内試験の方が約5倍の値を示している。したがって、このひずみ量がSHSシーすに働く円周・軸方向応力およびフープテンション応力に比例することになる。

拘束応力度については18.6kgf/cm²と4.9kgf/cm²であり室内試験の方が約4倍の値となった。

室内試験の方が大きな値を示したことは、アウターグラウトの外側をVU管で保護拘束しているため、現場試験のようにアウターグラウトが地山と密着していないので拘束効果が低下し、ひずみ量が大きくなりSHSシーすに働くフープテンション応力度とか、拘束応力度が大きな値を示す結果になったと思われる。

4. まとめ

- 1) 室内試験においても加力端から数cmのところにアンカー軸方向圧縮応力を受けるため、引張り材と同様にシーすにも横ひずみによる割応力が発生し一部圧縮となるが円周・軸方向応力ともほとんど引張りを示している。
- 2) 現場試験でのアンカー定着部シーすの円周・軸方向応力はほぼ同じ応力度を示し、すべて引張り応力になったのはSHSシーすと地山の拘束効果によるものと思われる。
- 3) 現場試験での最大引張荷重は室内試験(拘束状態)の約1.4倍になるが、円周方向に働くフープテンション応力は室内試験が約4.6倍、拘束応力は3.8倍を示し、シーす外部の拘束条件に左右されるため地山の拘束によってシーすに働く応力度もかなり小さくなったものと思われる。

(参考文献)

- 1) (社)地盤工学会：グラウンドアンカー設計・施工基準同解説、PP.70-72、1990
- 2) 鬼塚・原・秦・佐藤：アンカー定着部シーすの拘束効果について——アウターグラウトを行った場合——、平成6年度 土木学会西武支部研究発表会、PP.360-361、1995。
- 3) 鬼塚・原・秦・佐藤：引張型アンカー定着部シーすの応力挙動について——SHSシーすの場合——平成6年度土木学会 西武支部研究発表会、PP.362-363、1995。
- 4) 鬼塚・原：アンカー定着部シーすの拘束効果に関する研究、佐賀大学 理工学部集報、第22巻、PP.234-235、1994。
- 5) 原・吉武・秦・安高：アンカー定着部シーすの拘束効果について(その2)——SHSシーすの場合——、(社)全国地質調査業協会連合会、「技術フォーラム'95」講演集、PP.309-312、1995。