

III-486 薬液注入による地中接合部既設セグメントへの影響とその一考察

NTT関西総支社 正会員 梶尾雄吾
小林稔弘
筒井剛史

1. はじめに

近年、道路交通量の増大、地下埋設物の輻輳等から路上工事の制約が厳しくなり、地中接合を余儀なくされるケースが多くなっている。今回、高深度・高水圧下において既設シールドトンネルへT字型に地中接合するため薬液注入による地盤改良を実施した。

本報告は、薬液注入による既設セグメントへの影響について現場計測結果に基づき一考察を加えたものである。

2. 土質及び施工概要

(1) 土質概要

地中接合部の土質状況は大阪層群上部（第四紀洪積世）に位置し、礫混じり砂と粘土の互層で、滞水層の透水係数は $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{cm/s}$ 、シールドセンターでの間隙水圧は 2.4kgf/cm^2 と高く地下水の豊富な砂層である。

(2) 薬液注入工法の概要

薬液注入は、地中接合時における湧水を防止するため既設トンネル内から二重管複合注入工法（瞬結＋緩結）で行った。なお、土質柱状図及び薬液注入の改良範囲を図-1に示す。

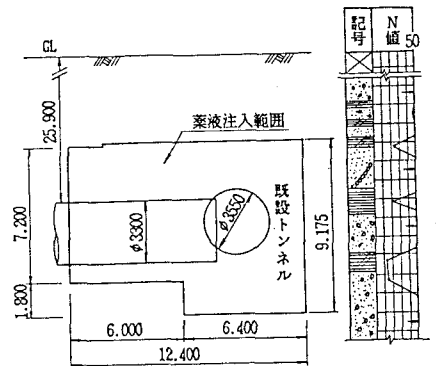


図-1 土質柱状図及び

薬液注入の改良範囲

3. 薬液注入圧を考慮したセグメントの設計

地中接合部のセグメントについては、薬液注入圧による影響を考慮した設計を行った。設計注入圧は上載荷重の2倍の1セット1m当り 6kgf/cm^2 とし、これをシールド外径で除した 1.75kgf/cm^2 の偏荷重をセグメントのリング方向に載荷して強度計算を行った。

地中接合部及び一般部に使用したセグメントの諸元及び、設計断面力を表-1に示す。

表-1 セグメントの諸元及び設計断面力

		一般部	地中接合部
セグメントの諸元	材質	SM50A	SM50A
	主桁高さ (mm)	125	125
	主桁厚さ (mm)	12	19
	主桁本数 (本)	2	3
	縦リ厚さ (mm)	8	8
設計断面力	最大曲げモーメント M (tfm)	0.505	3.504
	最大軸力 N (t)	-48.839	-66.467

4. 計測計画

薬液注入時における施工の安全性を確保するため及び設計時に考慮した荷重の妥当性を検討するために現場計測を実施した。

計測は、すべて表面ひずみ計による応力測定であり、計測位置は図-2のとおりである。なお、管理目標値を 1900kgf/cm^2 、管理限界値を 2850kgf/cm^2 に設定した。

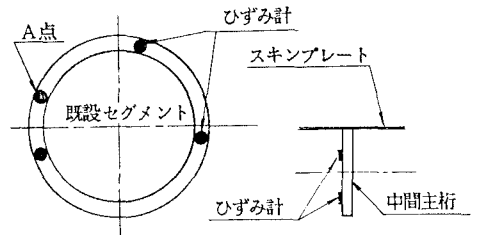


図-2 現場計測位置図

5. 現場計測結果とその考察

(1) 現場計測結果

薬液注入開始と同時にセグメント全体に圧縮応力の増加傾向がみられた。また、注入が進むにつれ次第に応力が蓄積され、管理限界値から降伏点応力度を越える状態となったため、注入を一時中断し、セグメントの補強を行った。

その後の注入においても、セグメントのひずみは漸増傾向を示し、最大圧縮応力度は 5226kg/cm^2 に達したが既設セグメントについて目視点検及び真円度測定を行った結果、目開き・変形等の異常は認められなかった。現場計測結果を図-3及び図-4に示す。

(2) 考察

(a) 発生応力に関する考察 薬液注入時に過大な圧縮応力がすべての計測点で発生したのは、(i) 当現場の土質が変形しにくい砂質土であったこと、(ii) セグメント背面は強度の高い裏込材が充填されていたこと、(iii) 注入の進行とともに背面地盤の強度が増大し、セグメントの変形がさらに拘束されたこと等、種々の変形拘束要因が重なったものと考えられる。

(b) 現場計測管理方法に関する考察 $\sigma = 5226\text{kgf/cm}^2$ を計測したにもかかわらず、セグメントが変形挙動を示さなかった原因は、塑性領域近傍においても $E = 2.1 \times 10^{-6}\text{kg/cm}^2$ 一定としていたためと考えられる。ここで、実際の発生ひずみを逆算すると $\varepsilon = E/\sigma = 2.5 \times 10^{-3}$ であり、SM50Aの応力-ひずみ曲線から推定すると、変形量は $\Delta l = \varepsilon l = 2.5 \times 10^{-3} \times 200\text{mm} = 0.5\text{mm}$ となる。従って、実際の発生応力は、図-5中の降伏点に近い $\sigma = 4200\text{kgf/cm}^2$ 程度であったものと考えられる。

以上のように、降伏点に近い応力度が発生するような場合の現場計測管理は、応力度管理とひずみ管理により行うことが望まれる。

なお、SM50Aの試験片の性能を表-2に示す。

6. あとがき

上記のように、薬液注入時においては、土圧のほかに注入圧が作用し、セグメントに過大な応力が発生する場合がある。今後セグメントの設計に際しては、より適正な注入圧力を考慮するとともに、応力度管理とひずみ管理による現場計測管理を行い施工の安全性を期すことが望まれる。

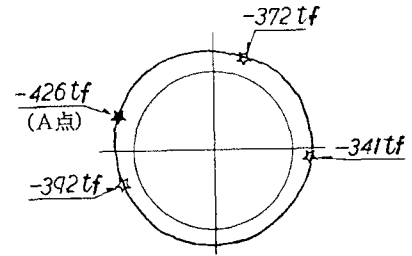
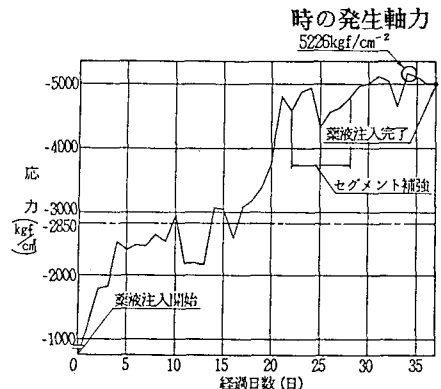
図-3 最大圧縮応力 ($\sigma = 5226\text{kgf/cm}^2$)

図-4 現場計測結果 (A点)

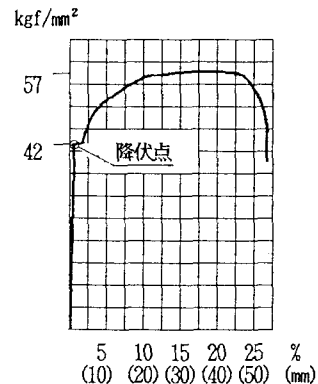


図-5 SM50Aの応力-ひずみ曲線

表-2 試験片の断面性能

DIMENSION OF TEST PIECE		
THICKNESS (mm)	WIDTH (mm)	SECTIONAL AREA (mm)
12.36	40.14	496.1