

中国港珠澳大橋珠海連接線拱北隧道凍結方案に質疑について

(元) 哈爾濱商業大学 正会員 ○姜 仁超

1. はじめに

図-1 に示す“港珠澳大橋珠海連接線拱北隧道非開削工事”における“パイプルーフの間に凍結止水”工法¹⁾が採用される。本文は工事発注者等の『凍結方案』に疑問を指摘し、異議を述べる。

2. 入札公告と関連研究論文に示す『凍結方案』の疑問点

以下に、中国語入札公告¹⁾と関連研究論文^{2),3)}にある『凍結方案』の疑問点をまとめる。

① 『奇数パイプルーフ（コンクリートで詰め、以下、充填鋼管と略称）内…二本Φ133 凍結管が掘削前の主な冷却源として^{1),2)}』、トンネルを掘削前に、地盤凍結する。

即ち、トンネルの掘削前に、設計厚み平均 2m の凍土が充填鋼管内のΦ133 凍結管で単独で造成する。

② 『偶数パイプルーフ（コンクリートを充填しない、以下、中空管と略称）に異形凍結管二本（125×125mm 山形鋼）を溶接し、トンネルを掘削後に、地盤凍結する^{1),2)}』。

即ち、トンネルを掘削前に、中空管に設置される異形凍結管は平均 2m の凍土造成に関与しない。充填鋼管に設置するΦ133 凍結管で平均 2m の凍土を造成して、トンネルを掘削以後、中空管内の異形凍結管を運転する。

③ 凍結に『“充填鋼管をメインと中空管を補助”的な機能を果たす“凍結モード”…を勧める³⁾』。

3. 予想凍土厚度及び疑問点の検討

『充填鋼管内…二本Φ133 凍結管が掘削前の主な冷却源として^{1),2)}』、平均 2m 凍土を造成する時、『充填鋼管内…二本Φ133 凍結管』の間にある凍土厚みはどのくらいでしょうか。

図-1 と関連論文^{2),3)}により、大まかに凍結管の情報をまとめ、それを図-2 に示す。

表-1 に凍結パラメーターを仮定し、図-2 の情報を参考にし、

地盤凍結の経験により凍土厚みを推定し、その結果を表-2 に示す。図-2 と図-3 に示す C2～C2' 方向の間に平均 2m の凍土を造成する時、C1～C1' 方

向の間に凍土は 3m 以

上ではないかと考え

られる。現場の真実なデータを使用する場合は、凍土予想結果に数値が変わっても、

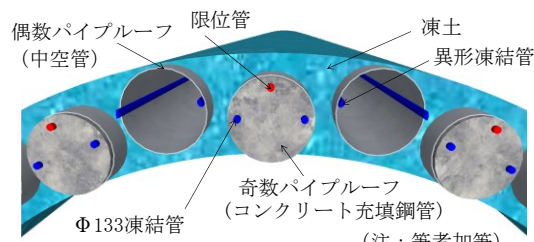


図-1 パイプルーフの間に凍結止水工法

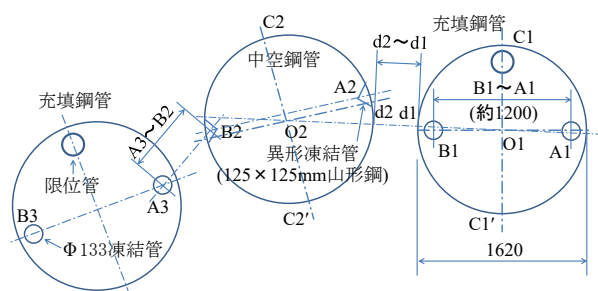


図-2 凍結管設置位置

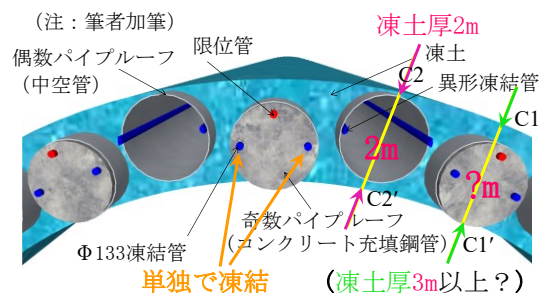


図-3 予想凍土厚み

表-1 凍結パラメーター

地盤含水率	地盤初期温度	ブライン温度	地盤氷点温度
m^3/m^3	℃	℃	℃
0.4~0.6	18~20	-25~-30	-1.8

表-2 予想凍土厚み

凍結方式	凍土厚み	
『充填鋼管内…二本Φ133凍結管が掘削前の主な冷却源として』（トンネルを掘削前に、充填鋼管内に設置する二本Φ133凍結管が単独で凍結する）	充填鋼管と中空管の間（例、図-2、C2～C2'方向）平均凍土厚み	『充填鋼管内…二本Φ133凍結管』間（例、図-2、C1～C1'方向）の凍土厚み
	（平均）2m	3m以上（可能）

キーワード 凍土、パイプルーフ、止水

連絡先 〒150028 中国黒龍江省哈爾濱市松北区学海街1号 TEL +86-451-84865000

余分な凍土が造られる結論は変わらないと考えられる。

余分な凍土が造られないため、①最大限に余分な凍土を減らす凍結方式を薦める。②充填鋼管内にあるΦ133凍結管と中空管内にある異形凍結管は同時に凍結する。

4. 凍土設計に関する他の問題点

図-4に中空管内の凍結管¹⁾を示す。

中空管は18本があり、全部で1134箇所の継ぎ手部分で凍結管が切れて、大きなリスクに直面する。継ぎ手部分に異形凍結管間の距離は約750～800mmであり、凍土閉塞は、充填鋼管内のΦ133凍結管の役割が大きく、より余分な凍土をつくれると考えられる。リスクを回避するため、図-4にオレンジ色で示す貼付凍結管の設置を薦める。

2017年04月、港珠澳大橋管理局は、図-5に示す写真を公表し、“凍結時間が持続し、トンネル内部に、凍土厚みが予想よりはるかに厚い”と報道⁴⁾した。写真からも凍土厚みのはるかに（設計厚み）2mを超えたと言える。“止水”としては、そのような厚みは必要ではないと考えられる。

トンネル掘削側に、余分な凍土を造られるのは、設計上に以下の問題点を指摘する。

①『充填鋼管をメインと中空管を補助的な凍結モード』で、凍結時間を延ばし、余分な凍土が造られる。②中空管の継ぎ手部分に凍結管が切れて、Φ133凍結管で余分な凍土を造られる。③トンネル掘削側に、“限位管”が設置されなく、造成された余分な凍土を削減できない。④トンネル掘削側に、“測温管”が設置されなかった場合、余分な凍土が把握できない（もし掘削側に測温管が設置しない場合は、設置を薦める）。

5. まとめ

1)『充填鋼管をメインと中空管を補助的な凍結モード』で、凍結時間を延ばすと、余分な凍土が造られる。最大限に余分な凍土を減らす凍結方式を薦める。

2)『充填鋼管…二本Φ133凍結管が掘削前の主な冷却源として』、平均2m凍土を造成する時、『充填鋼管…二本Φ133凍結管』の間の凍土厚みは3m以上ではないかと考えられる。

3)トンネル掘削側に、“限位管”が設置されなく、余分な凍土を削減できない。

4)充填鋼管と中空管内にある凍結管は同時に凍結をすることを求める。

5)中空管の継ぎ手部分で凍結管が切れてしまうリスク軽減と凍土を薄くするため、貼付凍結管の設置を薦める。

6)トンネル掘削側に、測温管の設置をしてほしい。

7)設計上の原因で、トンネル掘削側により余分な凍土を造られた。

8)より厳密な結論が得られるため、実験での検証と適当な解析が必要だと考えられる。

参考文献

- [1] 港珠澳大桥珠海连接线管理中心：『港珠澳大桥珠海连接线项目拱北隧道冻结第三方监测招标公告（JG2015-8524）』，广州公共资源交易中心网站（<http://www.gzggzy.cn>），2015年12月15日。
- [2] 张军，其他：『拱北隧道管幕冻结施工中限位管的冻结效果控制研究』，隧道建设，第35卷 第11期，2015年11月。
- [3] 胡向东，其他：『管幕冻结法现场试验研究』，隧道建设，第35卷 增刊2，2015年12月。
- [4] 港珠澳大桥管理局：『港珠澳大桥珠海连接线拱北隧道全线贯通』，港珠澳大桥管理局网站（<http://www.hzmb.org/cn/bencandy.asp?id=3196>），2017年04月11日。

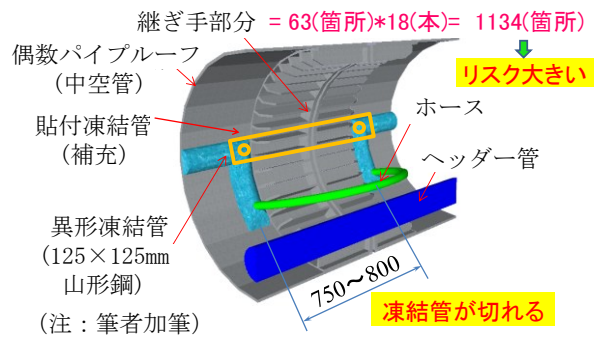


図-4 中空管内の凍結管



図-5 トンネル掘削状況