

小口径長距離トンネル用の超低漏風ビニール風管の開発(その2)

— 新型風管『ノン・リーク・ファスナ(NLF)ダクト』の実工事適用実験 —

鹿島建設(株) 廣山 浩 正会員 五十嵐 寛昌
 大成建設(株) 正会員 川上 純 正会員 松本 三千緒
 (株)アクティオ 藤村 直 中島 洋佳
 (株)谷沢製作所 堀内 正好 小島 利男

1. はじめに

大都市部では、上下水・電力・鉄道・道路などトンネルによる幹線網が整備されてきた。その結果、現在は枝管などの整備段階にあり、トンネル断面の小口径化、更には施工技術の進歩と経済的な観点による長距離化が進んでいる。

トンネルの換気設備として安価で取扱いの容易なビニール風管が用いられている(以下、従来風管と呼ぶ)。この従来風管の継手部を改良して、抵抗と漏風を抑えた新型風管(以下、NLFダクトと呼ぶ)を開発した。

この報文では、室内性能試験¹⁾の結果を受け、実大規模の屋外実験を経て実工事に一部適用してその性能を評価し、妥当性を確認した結果を報告する。

2. 継手部の構造

継手部は、防水ファスナとドーナツシールを組み合わせたもので、構造を図-1と写真-1に示す。

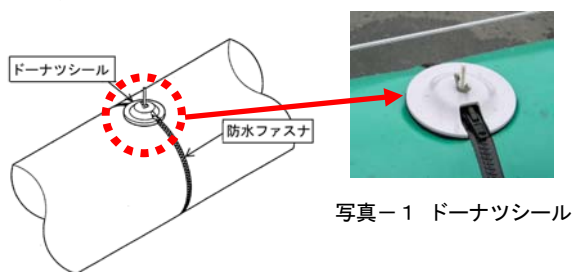


図-1 新型風管継手の構造

3. NLFダクトの継手部の漏風

3.1 NLFダクトの漏風実験

NLFダクトの継手部からの漏風量を測定するために、以下の2種類の実大実験を行った。

①継手部6か所の屋外実験(φ0.3m, 風管長52m)

②継手部5か所の屋外実験(φ0.6m, 風管長40m)

実験装置は既報の室内実験装置(図-2)に準じたものとし、単位長さ10mの風管を繋ぎ両端を密閉したものに、コンプレッサで加圧するものである。

実験は、コンプレッサで風管内の内圧を上げた後、コンプレッサを止め、風管内の内圧の減少の経時変化を測定

して、内圧と継手部1か所当たりの平均的な漏風量の関係を求めた。

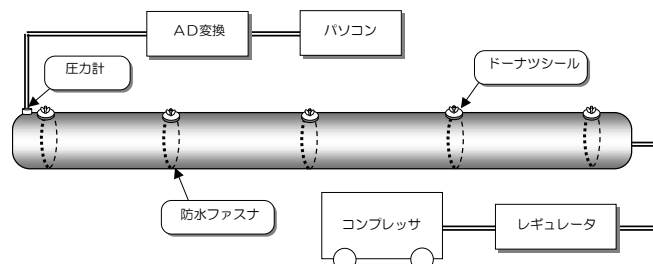


図-2 実験装置模式図(室内実験の装置)

なお、風管内の初期内圧は、実験①は20kPa、実験②は10kPaとした。写真-2に屋外実験の様子を示す。



写真-2 φ0.6m風管の屋外実験状況

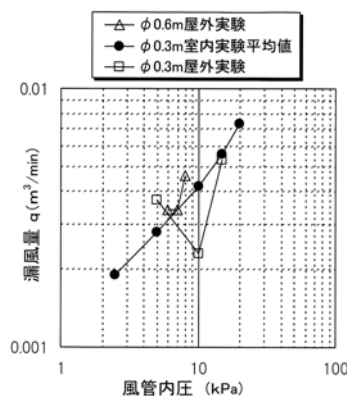


図-3 内圧と漏風量の関係

キーワード：シールドトンネル、換気、風管、漏風

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL：042-489-7481 FAX：042-489-7184

図-3は、今回の屋外実大実験から得られた内圧と継手部1か所当たりの漏風量の関係を示したもので、参考として室内実験の結果も併せて示す。

図-3より、3種類の実験での漏風量は、ほぼ同程度であった。

以上の結果より導いた実験式は下記のとおりとなった。

$$q = 0.0011 h^{0.63} \dots\dots\dots (1)$$

q : 継手部一か所当たりの漏風量 (m³/min)

h : 風管の内圧 (ゲージ圧, kPa)

$$q_0 = \alpha \cdot h \cdot 10^{-2} \cdot \pi \cdot Dd \dots\dots\dots (2)$$

q_0 : 継手部1m当たりの漏風量 (m³/min/m)

α : 漏風係数 (—)

Dd : 風管径 (m)

表-1 換気指針 ($\alpha=20$) と実験式との比較

内圧 (kPa)	漏風量 (m ³ /min)		
	換気指針	実験式(2)	実験式(2) (安全率3)
1	0.19	0.0011	0.0033
2.5	0.47	0.002	0.0059
5	0.94	0.003	0.0091
7.5	1.41	0.0039	0.0117
10	1.88	0.0047	0.0141
15	2.83	0.0061	0.0182
20	3.77	0.0073	0.0218

また、換気指針²⁾から、式(1)と式(2)における各内圧時の漏風量を試算して表-1に示す。ただし、式(2)において、漏風係数 $\alpha=20$ (ファスナ式樹脂加工布風管)とした。なお、実際に現場へ適用する場合、取付けのバラツキ等を考慮して実験式の3倍とした場合の値も併記した。

表-1からNLFダクト継手部からの漏風量は、換気指針の約1/100となっていることが分かる。

4. 換気風量と最大到達距離

以上の結果を受けて、換気風量と最大到達距離の関係を比較のためNLFダクトのほか従来風管、長尺の従来風管(1本の長さ50m)について図-4に示す。

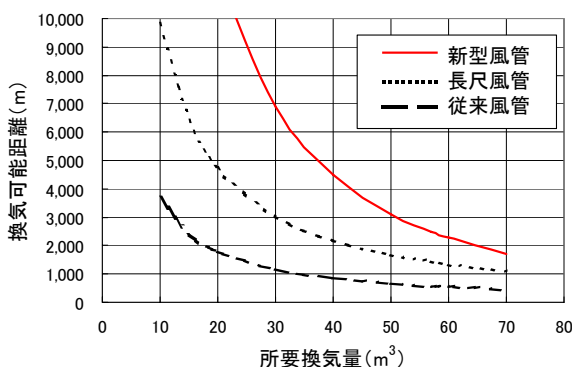


図-4 換気風量と最大到達距離

換気可能距離は、風管径0.3mで、常用最大圧力を20kPaとした場合の最大到達距離として計算している。

なお、計算に用いた各風管の性能は次の通りである。

NLFダクト : $\lambda=0.02$, $\alpha=0.15$, @10m

従来風管 : $\lambda=0.04$, $\alpha=20$, @10m (スカート付)

長尺の従来風管 : $\lambda=0.02$, $\alpha=20$, @50m (スカート付)

5. 実工事適用試験

室内および屋外実験の結果から、NLFダクトの耐漏風性能が良好であることが確認できたので、実工事2現場に風管径0.6mと0.3mの2種類の風管をそれぞれのシールドトンネル断面に合せて試験的に適用した。

まずA現場は、都内の4m級シールドトンネル工事において風管径0.6m、長さ10mの風管11本(計測区間100m)を2区間に設置し、ピトー管を用いて計測を試みたが、漏風量が余りにも少なく測定が不能であった。

次にB現場は、滋賀県の2m級のシールドトンネル工事において風管径0.3m、長さ10mの風管11本(計測区間100m)を1区間に設置し、ピトー管により風管内圧力の計測と、風管継手部からのエアーの漏れをサンプリングして漏風量の計測を実施した。その結果、従来風管と比較して1/100以下であることが確認できた。また従来風管の設置区間に比べて極めて静粛性が高いなどの状況も確認でき、良好な結果が得られた。

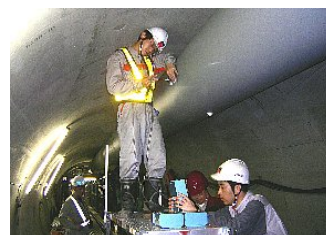


写真-3 A現場適用試験状況
(ピトー管による圧力測定)



写真-4 B現場適用試験状況
(漏風量サンプリング)

6. まとめ

NLFダクトは従来風管に対し継手部からの漏風量が1/100と卓越した性能を有することから、内空断面が小さく、かつ長距離トンネルの工事において中継ファンの設置に困難をきたす場合での適用が特に有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 川上, 松本, 廣山, 白井, 小林, 藤村, 堀内, 小島
土木学会平成19年度第62回年次学術講演会 小口径長距離トンネル用の超低漏風ビニール風管の開発(その1)
- 2) 建設業労働災害防止協会 改訂ずい道等建設工事における換気技術指針 2002年