

小口径長距離トンネル用の超低漏風ビニール风管の開発(その1)

— 新型継手(NLF ダクト)の室内漏風実験 —

大成建設(株) 正会員 ○松本 三千緒 正会員 川上 純
 鹿島建設(株) 白井 俊輔 正会員 廣山 浩
 (株)アクティオ 小林 正治 藤村 直
 (株)谷沢製作所 堀内 正好 小島 利男

1. はじめに

最近、都市部では各トンネルの幹線網が整備されてきたことによるトンネル断面の小口径化が、また施工技術の進歩と経済性から長距離化が進んでいる。小口径長距離シールドの換気設備として従来风管(従来から用いられてきたビニール製风管:本稿では従来风管と呼ぶ)を用いると、主に漏風量の制約のため中継ファンの設置が必要となる。しかし、小口径シールドでは中継ファンの設置ができないため、コスト的に高く取り扱いや保管に問題がある鋼製の风管を使用しているのが現状である。

そこで、安価で取り扱いの容易なビニール风管に着目し、漏風を抑えた新型风管(以下、NLF ダクトと呼ぶ)を開発した。ここでは、新たに開発した新型风管の継手部の気密性について、室内実験によりその性能を測定した結果を報告する。

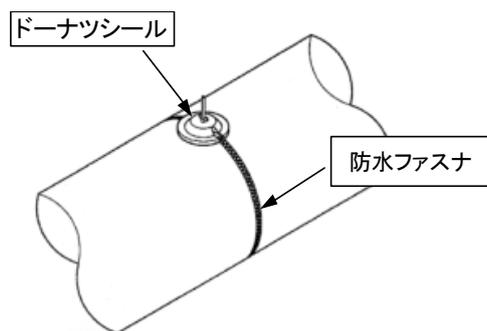


図-1 新型风管継手の構造

2. NLF ダクトの構造

NLF ダクトの継手部は、図-1 に示すように、ウエットスーツ等に使用している防水ファスナとドーナツシールを組み合わせたものである。ドーナツシールは、防水ファスナの始点と終端の開口部からの漏風を防止するために、円盤状の塩ビ板にドーナツ状の特殊シールを張ったものをネジで固定する方式となっている(図-2)。これにより、従来风管にあるスカート省略することができ、また曲線部や劣化による漏風量の増大もない構造となっている。

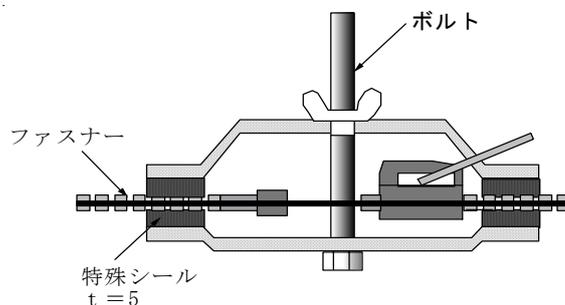


図-2 ドーナツシールの構造

3. NLF ダクトの継手部からの漏風

漏風量を測定するために、片端を密閉した直径 0.3m で長さ 1m の风管 2 本を新型継手で繋いだものにコンプレッサで 25kPa まで加圧し、コンプレッサを止めた後、風管内の内圧減少の経時変化を測定して、内圧と漏風量の関係を求めた(図-3)。実験ではドーナツシールに使用する特殊シールの厚さを数種類変えて漏風量を測定した。

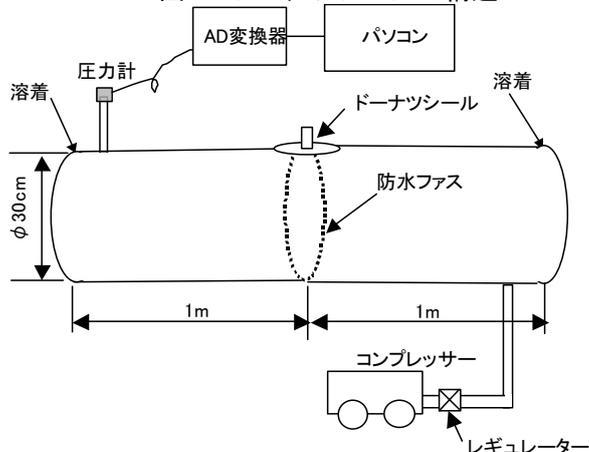


図-3 室内漏風実験の概要

キーワード: シールドトンネル、換気、风管、漏風

連絡先: 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 TEL: 03-5381-5307 FAX: 03-3344-4437

図-4 は室内実験における風管内圧の経時変化の一例であり、このデータから各内圧時の漏風量を求めた。図-5 には、上側と下側の特殊シールの厚さと漏風量(内圧 10kPa 時)の関係を示した。厚さが 0-5mm の時はやや漏風量が多いが他はほぼ同程度となっており、値が安定している 5-5mm を実用に供することとした。

また、超弾性ゴムを使用してドーナツシール部分からの漏風をほぼゼロにし、ファスナ部からの漏風量を測定した結果、漏風量は $0.0016\text{m}^3/\text{min}$ となっていた。したがって、漏風は、ファスナ部とドーナツシール部からほぼ同程度発生していると考えられる。

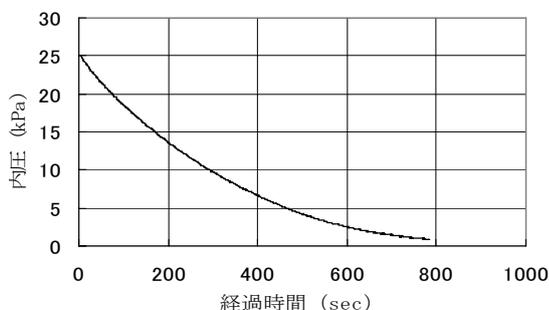


図-4 室内漏風実験での風管内圧の経時変化

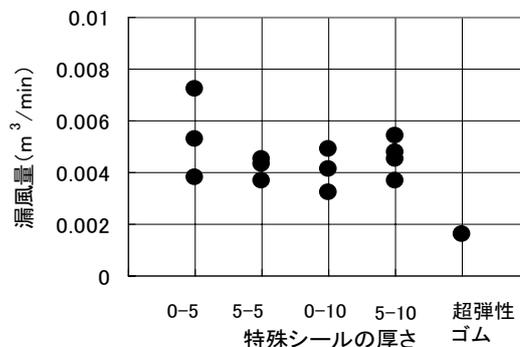


図-5 ドーナツシールの種類と漏風量 (10kPa 時)

図-6 は、特殊シールの厚さが上下とも 5mm の場合の数回の実験から求めた、内圧と漏風量の平均値の関係である。この図から、平均的な漏風率を求めると、 $q=0.0011h^{0.63}$ となる。ここで、 q は継手部一箇所当りの漏風量 (m^3/min)で、 h は風管の内圧(ゲージ圧、kPa)である。

4. 換気指針との比較

換気指針では、継手部の長さ 1 m あたりの漏風量 q ($\text{m}^3/\text{min}/\text{m}$) は以下の式で算出している。

$$q = \alpha \cdot h_T \cdot 10^{-2} \pi \cdot Dd \quad (\dots\dots 1)$$

ここで、 α は漏風係数、 h_T は全体の圧力損失 (kPa) で Dd は風管の直径(m)である。ファスナ式樹脂加工布風管の場合、 $\alpha = 20$ としている。1) 式で、風管の直径 $Dd=0.3\text{m}$ で $h_T=10\text{kPa}$ とすると漏風量 q は、 $1.88\text{m}^3/\text{min}/\text{m}$ となる。直径 0.3m の風管の継手部の長さは約 1m であるので、継手 1ヶ所当たり $1.88\text{m}^3/\text{min}$ となる。一方、NLF ダクトの実験結果では、内圧 10kPa 時の漏風量は継手 1ヶ所当たり $0.0047\text{m}^3/\text{min}$ と、換気指針の 1/400 となっている。実際に現場へ適用する場合、取り付けのバラツキ等を考慮して実験値の 3~4 倍程度の漏風量となると考えても、漏風量は 1/100 となる。

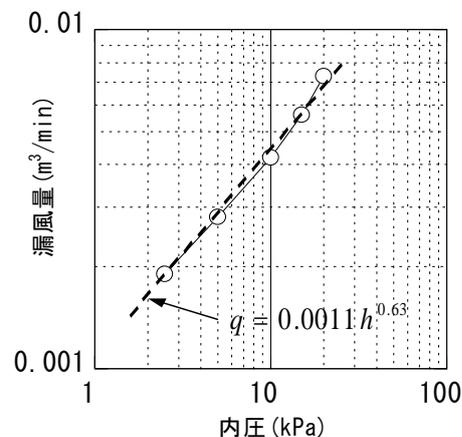


図-6 内圧と漏風量の関係

5. まとめ

NLF ダクトを開発し、その継手に関する室内実験の結果、継手部からの漏風量は、従来風管に対して漏風量が 1/100 と良好な性能を有することが分かった。今回開発した新型継手は、特殊な継手を使っているため、従来風管に対しコストは多少増加する。しかし、従来風管で必要であった中継送風機を省略することにより設備費を抑制でき、また中継機の設置できない小口径のシールドトンネルへの適用も可能となる。

参考文献：建設業労働災害防止協会、ずい道等建設工事における換気技術指針、2002年