

III-435 高水圧対応セグメントシール材の止水試験（その1）

西松建設株式会社 正会員 栗原 和夫 正会員○ 野本 寿
 西松建設株式会社 渡辺 徹 新藤 敏郎
 西松建設株式会社 正会員 森 仁司

1. はじめに：高水圧下でシールドを施工するに当たり、漏水が懸念される主な箇所は、セグメント継手部及びテールシール部である。これらの箇所からの漏水は、工事を安全に施工するうえで妨げになるばかりではなく、特にセグメント継手部においては、二次覆工施工時及びトンネル完成後に悪影響を及ぼすので完全に止水する必要がある。本論文はセグメント継手部に注目し、耐高水圧用のシール材を開発するために止水試験を行って得た所見を報告するものである。

2. 試験条件：（1）目開き量：施工実績からピース間・リング間共、最大10mmとする。

（2）目標耐水圧：大深度のシールドを考慮して、目開き量10mmのときに10kgf/cm²とする。

（3）シール材：数種類の材質があるが、最初の試験体として加硫ゴムを選定した。ゴム硬度を50°，シール材の圧縮率範囲10%（目開き量10mm）～40%（目開き量0）を標準とする。

3. 試験概要および試験方法：試験装置は、写真-1に示すように鋼製セグメントリング（4ピース/リング）を2段重ねにした圧力容器であり、加圧は手動ポンプにより行う。なお、ピース間・リング間の目開き量はスペーサーによって調節する。各セグメントピースには図-1に示す形状のシール溝が1段設けられており、シームレス加工されたシール材を取り付ける。止水試験の加圧方法は、1kgf/cm²加圧する毎に10分間その圧力を保ち、止水状況を確認してから次の加圧に移り10kgf/cm²まで加圧する。最初に図-2試験Aのシール材形状を標準として試験Aを行い、その後、各試験毎にシール材に改良を加えて試験B～Eを行った。図-2に試験A～Eのシール材形状を示す。

4. 試験結果および考察：（1）試験A；目標耐水圧に対して止水できた目開き量は4mmであり、それ以上の目開き量では、コーナ部および一般部に漏水があった。

（2）試験B；試験Aで一般部からの漏水があったことから、圧縮力不足と考え厚さを2mm増加させた形状とした。その結果、止水ができたのは目開き量7mmまでであったが、それ以上の目開き量に対しての漏水はコーナ部だけとなった。このときの目開き量10mmの圧縮率は21%であったことから、一般部についてえば圧縮率10%では圧縮力不足と判断する。また、コーナ部において変形による影響を排除するため、シール材と同材質のテープ状シールを図-3に示すように取り付けたところ、目開き量8mmまでは止水できたが、それ以上の目開き量に対してはコーナ部からの漏水であった。漏水箇所がコーナ部であるので、以降コーナ部の形状を変えて試験することにした。

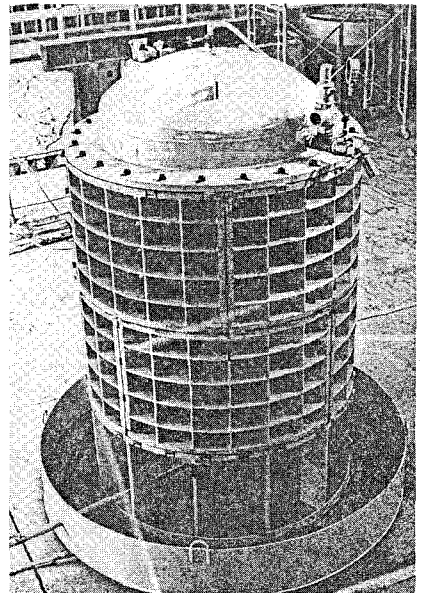


写真-1 試験装置

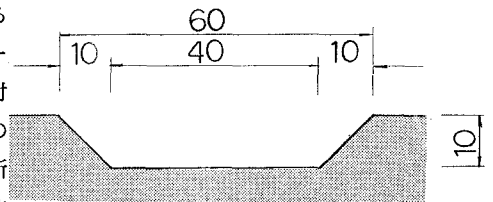


図-1 セグメントシール溝

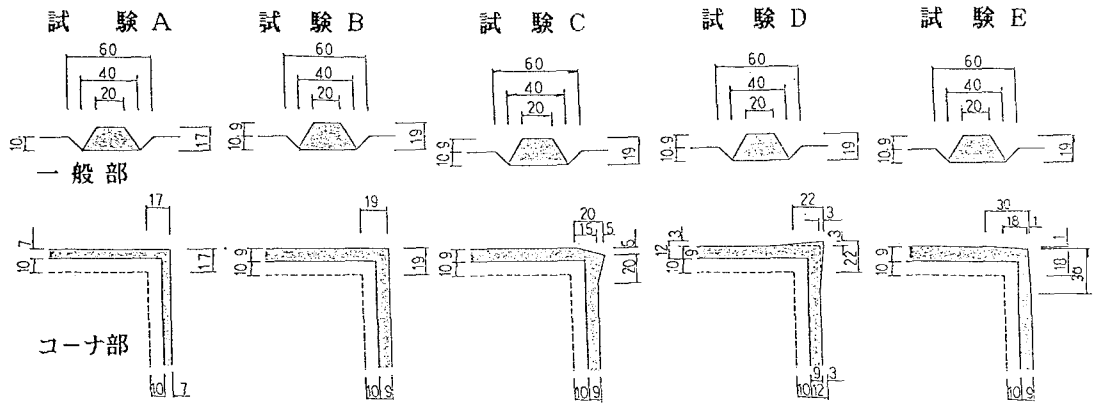
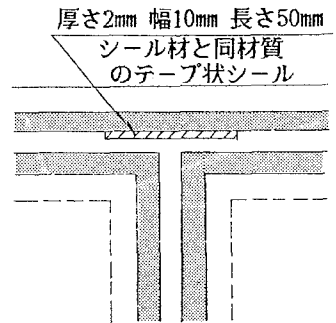


図-2 シール材形状図

(3) 試験C；コーナ部のシール材厚さをピース間では増加させ、リング間では、体積増加を避けるために減少させた形状にしたが、目開き量10mmに対する耐水圧は7 kgf/cm²であった。コーナ部にテープ状シールを取り付けてみたが効果はなかった。このことは、コーナ部片側のみの圧縮率の増加がシール材の変形に悪影響を与えたものと考えられる。

(4) 試験D；コーナ部におけるシール材の接面面積を増加させるためにピース間・リング間の上面幅を広くし、それによる体積増加を避けるために厚さを減少させたところ、目開き量8mmまでは止水できたが、図-3 テープ状シール材取付け図



それ以上の目開き量ではコーナ部から漏水した。コーナ部にテープ状シールを取り付けたところ、目開き量10mmで完全に止水できた。このことは、コーナ部の圧縮率の向上と変形吸収がテープ状シールにより得られたと考えられる。

(5) 試験E；コーナ部の圧縮力を増すためにコーナ部のシール材厚さを増加させたところ、目開き量10mmまで目標耐水圧に対して止水できた。

5. まとめ：コーナ部以外の一般部において、シール材の圧縮率を21%以上にするれば止水に有効であることが判明した。また、今回使用したシール材における止水の欠点はコーナ部であることが判明した。そこでコーナ部シール材についてFEM解析を行い、コーナ先端部の変位量と圧縮率の関係を求めた。結果を図-4に示す。この図から圧縮率29%時にコーナ先端部がピース間接触面から離れることがわかった。このことは止水試験でのコーナ部のゴム変形をよく表しており、この離れによって生じる空隙が止水の弱点になっているものと推察する。

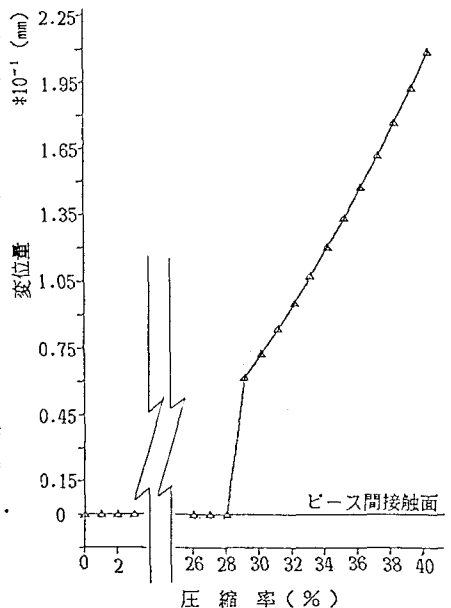


図-4 コーナ先端の変位量と圧縮率の関係