

RC 躯体継目部の接合工構造について

東海旅客鉄道(株) 正会員 ○渡瀬久 福田和彰 久保淳一郎
 ジェイアール東海コンサルタンツ(株) 渥美浩和 岡島広樹
 東京ファブリック工業(株) 木村雅昭

1. はじめに

RC 構造の建造物の一部に温度伸縮に追従可能な構造継目部を設けた場合、列車通過時など建造物外部に急激な気圧変化が生じた際に気圧変化が継目部から建造物内部に伝わり、内部にいる人間への所謂“耳ツン”現象（列車のトンネル進入時や航空機内部などで気圧変動により耳の奥に圧迫感を感じる現象）の発生や、各種設備への変動圧力による影響が予想される。本稿では、この構造継目部に設置して温度伸縮および圧力変動に追従可能な気密ゴムを新たに開発したので報告する。

2. 形状選定および室内試験

a) 形状選定

伸縮と圧力変動に耐える RC 建造物の継手として、既製品では上下水道などの目地部に設置するゴム製の可撓継手などが存在するが、こうした製品はある程度の水圧（水深 10m の場合は 100kPa 程度）に耐えられるよう設計されており、列車通過時の変動圧力に対しては過剰となる。また、ゴム材への穴開けや押さえ金具の加工など製作に手間がかかることから、よりシンプルな構造で所要の性能を満たす継手構造を新たに製作した。要求性能を表 1 に示すとともに、試作した継手構造を図 1 に示す。RC 躯体の既設インサートに枠材として SUS 板をボルト固定し、 π 型に成形したゴム材 CR（クロロブレン系合成ゴム）を枠材に嵌め込んで固定する構造とした。ゴム材の選定においては、強度、耐候性、耐摩耗性、材料コストのバランスに優れ、耐炎性と自己消火性を有する CR を選定し、枠材には耐腐食性に優れる SUS の板およびボルトを用いた。いずれの材料も単一寸法かつ現地測量不要なシンプルな構造であり、インサートの施工誤差に対しては SUS 板のボルト孔の遊間で対応する構造となっている。要求性能のうち、温度伸縮と耐熱性については π 型の形状と CR の耐熱性能で対応可能と考えられることから、本稿では気密性と耐久性、耐圧性について検討を行った。

表 1 要求性能

温度伸縮	$\pm 2.5\text{mm}$ 程度
耐圧性	$\pm 12\text{kPa}$ 程度
耐熱性	$20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 程度
その他	取替可、メンテナンスフリー

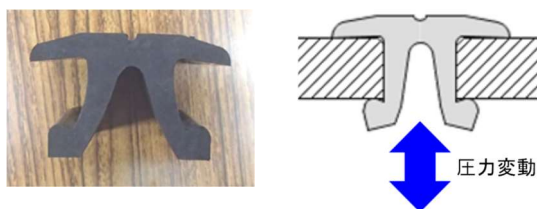


図 1 気密ゴムの形状

b) ゴム材の気密性、耐圧性、耐久性確認試験

気密ゴムの気密性および耐圧性、耐久性を確認するため、加圧試験機を用いて疲労試験（繰返し加圧）を行った。また、疲労試験の前後で加圧を行い、気密性を確認した。試験条件および気密性の確認項目を表 2 に、試験装置の模式図と疲労試験前後の加圧試験の結果を図 2、図 3 に示す。12 万回の疲労試験前後で性能は変わらず、圧力変動が生じる数秒程度の間には著しい漏気は発生しないことがわかった。

表 2 試験条件

圧力条件	$\pm 12\text{kPa}$
繰返し回数	12 万回
確認事項	①圧力均衡後、10 秒間は著しい圧力低下がないこと ②漏気音がしないこと

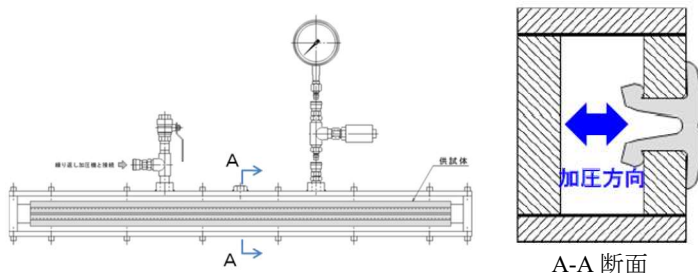
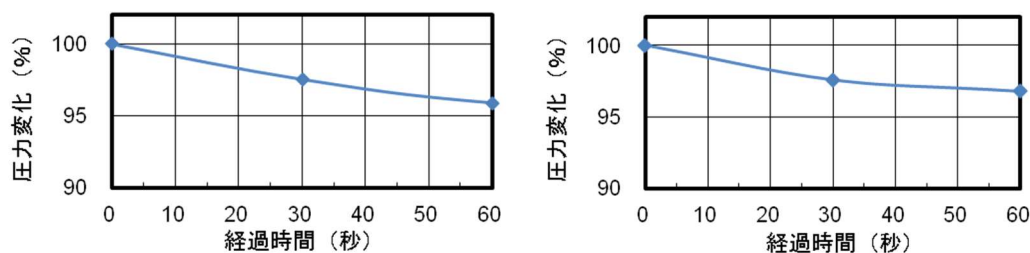


図 2 試験装置概略図



i) 疲労試験前

ii) 疲労試験後

図3 疲労試験前後の圧力の時間変化の違い

c) SUS板の気密性確認

ゴム材-枠材間以外に漏気が起こり得る箇所として、枠材の SUS 板-コンクリート間および SUS 板-ボルト間が考えられる (図 4)。そこで、図 5 の様な試験体を製作し、接触部の条件を変えながら加圧し気密性能を確認した。

結果を表 3 に示す。接触部の条件として、何も塗布しない場合、ブチルゴムを塗布した場合、コーキングを塗布した場合で比較したところ、何も処置しない場合はコンクリートの不陸により接触部全体から漏気が起こり、圧力が上昇しなかった。一方、接触部にブチルゴムを塗布した場合は漏気を十分に防ぐことができ、コーキングでは僅かながら漏気が確認された。今回の試験では皿ボルトとボルト孔の隙間を塞ぐ処理は行なっておらず、コンクリート面へブチルゴム等を塗布することで十分に漏気を防ぐことができた。

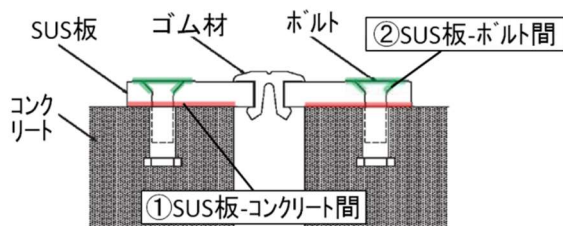


図4 ギュム材以外に漏気が起こり得る箇所

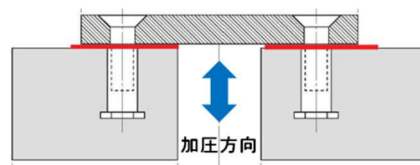


図5 試験体概略図

表3 接触部条件と漏気状況

接触部条件	判定	状況
塗布なし	×	全体的に漏気、圧力上昇せず
ブチルゴム	◎	漏気なし
コーキング	○	僅かに漏気、気密性に問題なし

3. 圧力負荷試験

単体での気密性が確認されたゴム材と枠材について、一体で設置した際の気密性および耳ツン現象の発生有無を確認するため、図 6 の様に試験室壁面に設置した状態で外部から列車通過を想定した圧力を付加し、圧力計測と体感の確認を行った。負荷する圧力は、列車による圧力変動の例として一般的なトンネル進入時の正圧および直近通過時の負圧を想定し、図 7 のパターンで加圧を行った (縦軸は負圧最大値を-1.0 とした相対値)。また、室内での圧力計測値を図 8 に示す。試験室と圧力室間の扉に微少な隙間があり、そこからの漏気により圧力が緩やかに増加したが、気密ゴムからの漏気音は確認されなかった。正圧から負圧への急変動に対しても室内の圧力値は急変することなく終始緩やかな下降を示し、不快な耳ツン現象も確認されなかった。



図6 気密ゴムおよび枠材

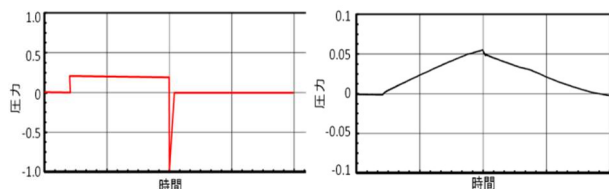


図7 負荷圧力

図8 圧力計測値

4. まとめ

RC 躯体の構造継目に設置し温度伸縮および変動圧力に対応可能で、シンプルかつメンテナンスフリーな構造の気密ゴムを開発し、試験により所要の気密性能および耐圧性能を有していることを確認した。今後は、施工コストや耐候性等の精査を行っていく。