

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 10 月 25 日現在

機関番号：82113

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26889070

研究課題名(和文) 建築目地防水に関わる早期劣化診断と寿命管理技術の開発

研究課題名(英文) Development of Smart Degradation Diagnostic and Life Management Technology for Sealed Joints

研究代表者

宮内 博之 (Miyuchi, Hiroyuki)

国立研究開発法人建築研究所・材料研究グループ・主任研究員

研究者番号：40313374

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：実建物でシーリング目地の接着性を評価できる方法の開発を目的とし、シーリング目地の非破壊試験方法の開発と適用可能性について検討を行った。次の研究成果が得られた。

圧入試験において、圧入深さが5mmを超えた時点から剥離割合の影響が圧入荷重により確認できたが、目地深さによって圧入荷重は異なった。金属製の半円形治具を圧入させる事によりシーリング目地の剥離状況を非破壊で判定でき、既存の引張試験の結果とも相関性があることを示した。現場で実施可能な非破壊接着性判定方法の開発を行うためには、既存の試験方法との相関性を検討しながら、材料・設計要因や試験機側の要因を考慮して試験法を構築する必要がある。

研究成果の概要(英文)：The smart non-destructive test method to evaluation the adhesion performance of sealed joint on site was proposed by pushing jig on the surface of sealant. The deformation displacement and compression of sealant force at testing were measured, and the standard tensile testing method was compared with our test and the correlation between both results was analyzed. As a result, the non-destructive method for sealed joint have a good relationship with the standard tensile test, and it was concluded that this test method is applicable to the adhesion performance test.

研究分野：建築防水

キーワード：建築構造・材料 建築防水 シーリング材 寿命 劣化診断 非破壊試験 管理技術 接着性

1. 研究開始当初の背景

シーリング目地損傷・劣化の判定方法について、シーリング目地の接着性を含む耐久性を評価する場合、既存試験方法では JIS A 1439-2004 の引張接着性試験と簡易接着性試験等により評価されている。しかし、いずれもシーリング目地を破壊することで性能を把握する評価試験である。また、現場によるシーリング目地判定については、シーリング材施工後の経過年数に応じて、1次診断(目視観察, 指触観察), 2次診断(スケール等を用いた定量的目視観察, 指触観察), 3次診断(硬度試験, シーリング材を切取して行う引張試験)が実施されている。しかし、1次と2次診断は経験的判断に基づく評価であり、3次診断は主にシーリング材自体を切取するため継続的維持管理の観点から問題が残る。

さらに、既存の非破壊によるシーリング材の劣化判断の試験には、JIS K 6253-3(加硫ゴム及び熱可塑性硬さの求め方-)で規定されたデュロメータタイプAによる硬度試験がある。しかし、この試験方法は局部的な材料強度を対象とし、シーリング目地幅・目地深さ・長手方向の硬度変化や変形追従性の評価には適用範囲外である。このため、実建物において適用でき、シーリング目地に亀裂が発生するのを未然に防ぐことや、耐久性予測のためのツールとしてシーリング目地の早期劣化診断法の提案が必要不可欠である。

以上よりシーリング目地を現場にて非破壊で診断する方法が必要と考えられる。

2. 研究の目的

本研究では建築目地防水に関わる早期劣化診断と寿命管理技術の開発を行うことで、漏水の防止と目地の耐久性向上を図り、以下の項目を検討する。

(1)シーリング目地故障の要因調査：シーリング目地が損傷する要因を設計・施工・管理の観点から検討する。

(2)非破壊試験機の開発：非破壊でシーリング目地の劣化診断をできる試験機を開発する。

(3)非破壊試験方法の提案：提案する非破壊試験機の妥当性と適用範囲を検討するため、シーリング材断面、劣化条件を変えて実験を行い、既存の試験方法との比較検討を行う。

(4)非破壊試験方法の適用方法の検討：非破壊試験機を用いて劣化診断を実施し、非破壊試験方法の適用方法を提示する。

3. 研究の方法

(1) シーリング目地故障の要因調査

シーリング材に携わる関係者に、シーリング目地の不具合に係わる項目を硬化初期段階と施工後の中長期段階の2つに分けてアンケートを行った。また、各段階において想定される不具合を抽出し、不具合件数としてデータ化し、その結果の要因分析を行った。

(2) 非破壊試験機の開発と試験法の提案

現場で施工された目地が固定されている状態で接着性を判定するためには、シーリング材を破壊しない程度に押し付ける方法が考えられる。これまでに検討された方法として図1に示す ASTM C 1176-11 の試験方法がある。これはシーリング目地の

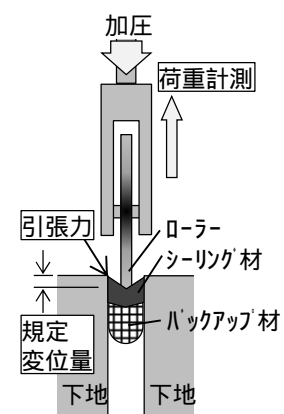


図1 非破壊試験概念図

直接円形の治具を押し当てながら、目地長さ方向に治具を回転させることにより接着性を判定する試験方法である。本研究ではこのコンセプトを参考にして、剥離判定方法について検討を行った。

(3) 既存試験との比較による非破壊試験方法の適用方法の検討

本研究で提案する非破壊試験方法の結果の妥当性を検証するために、既存の引張試験結果と比較することとした。

剥離部分を再現するため、図2に示す目地幅20mm、目地深さ10mm及び15mmの2水準、目地長さ50mmのシーリング目地試験体を作製し、その片側の被着体に図3に示すように剥離再現部分を設けた。被着体にテフロンシートを貼った状態でシーリング材を施工することで剥離再現部分を作製した。目地深さ比の25%、50%、75%

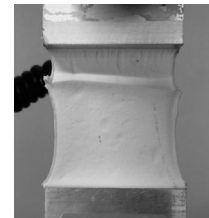


写真1 引張試験状況

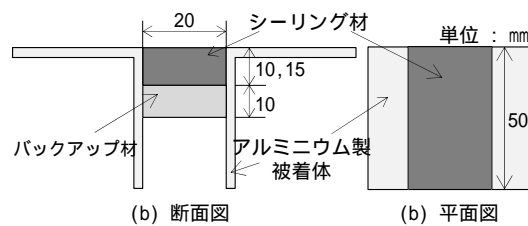


図2 試験体形状

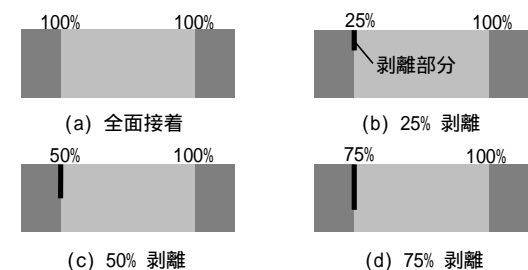


図3 シーリング目地の剥離再現試験体

4. 研究成果

(1) シーリング目地故障の要因調査

アンケート調査結果、図4に示すように、実際の建物におけるシーリング目地の故障は、シーリング目地からの漏水に関わるシーリング材剥離も多い。この剥離は本来のシーリング材の性能が発揮する前に部材とシーリング材間の接着破壊が生じている可能性がある。これより、シーリング材の亀裂・破断も含めてシーリング目地の劣化診断を行う必要がある。

これらシーリング目地に亀裂が発生した際、図5に示すようにシーリング目地に数mm程度の小さな亀裂が発生した場合であっても、シーリング目地は建築部材の温度収縮によってムーブメントが発生して亀裂が拡大し、強風時には目地内部に雨水が浸入する可能性が高まり、直ちに漏水に繋がる危険性もある。

(2) 非破壊試験機の開発と試験法の提案

試験に使用した圧入用治具は、写真2に示すように、直径50mm厚さ5mmの半円形とした。この治具を用いて写真3に示すように1mm/minの速度でシーリング材に徐々に治具を圧入し、その時の圧入深さと圧入荷重を測定した。

図6に圧入試験結果を示す。圧入深さ約5mm程度から剥離面積の割合に応じて荷重の低下が見られた。目地深さ10mmの試験体に比べて15mmの試験体の荷重の低下が大きくなった。すなわち、目地深さにより剥離判定に

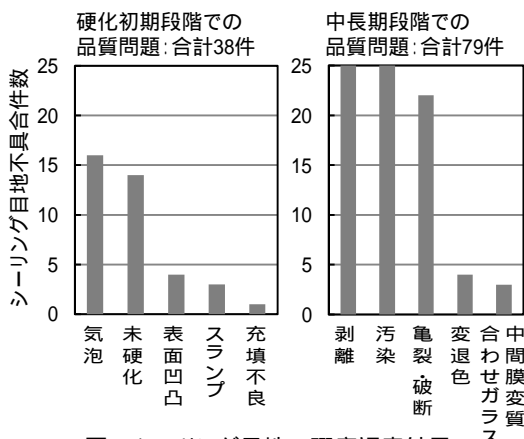


図4 シーリング目地の瑕疵調査結果

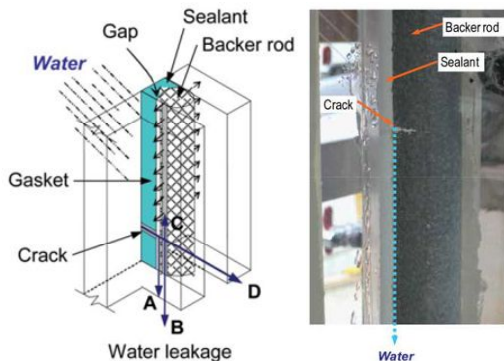


図5 シーリング目地の漏水経路

適切な圧入深さがあることと考えられる。また、圧入深さ約35mmから目地表面部分の損傷が発生しており、目地深さ10mmの試験体の75%剥離再現試験体は、背着部分の破壊が発生した。そのため、シーリング目地が破壊しない範囲内の圧入深さの設定が必要になると考えられる。

(3) 非破壊試験方法の適用方法の検討

引張試験結果

図7に目地深さ10mmと15mmの試験体の引張試験結果を示す。試験初期はいずれの試験体でも差は見られなかったが、引張長さが増加するに従い剥離再現割合による荷重の差が顕著となった。すなわち、今回用いたテフロンを使った剥離再現試験体の作製方法が妥当であったと考えられる。

引張試験と圧入試験の比較

圧入試験の妥当性を確認するために、既存引張試験との比較を行った。圧入深さと引張長さがそれぞれ5, 10, 15, 20mmでの荷重を比較したものを図8に示す。データにばらつきは見られるものの目地深さ10mmも15mmも圧入荷重と引張荷重は概ね比例関係であった。すなわち、圧入試験により剥離判定が可能であると考えられる。目地深さ10mmの試験体は、引張 - 圧入荷重が最小値20-20(N)から最大値80-80(N)まで分布しており、目地深さ15mmの試験体は、最小値は目地深さ10mmと同程度であるが、最大値は100-120(N)まで分布していた。



写真2 圧入用治具

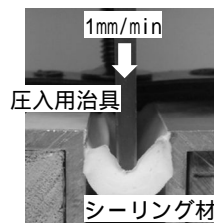
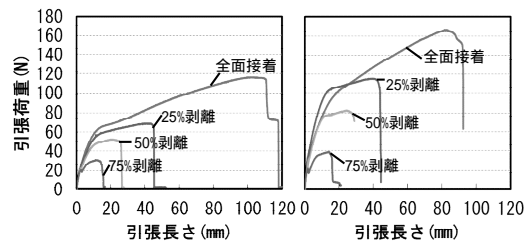
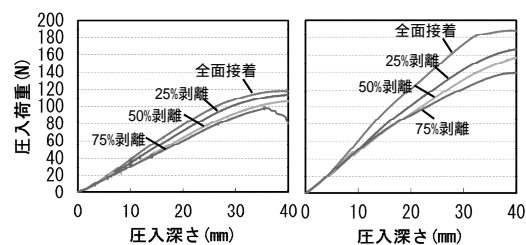


写真3 圧入試験状況



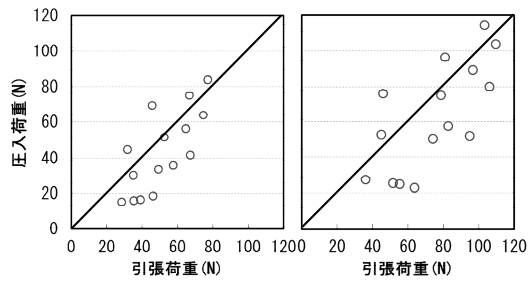
(a) 目地深さ10mm (b) 目地深さ15mm

図6 引張試験結果



(a) 目地深さ10mm (b) 目地深さ15mm

図7 圧入試験結果



(a) 目地深さ10mm (b) 目地深さ15mm

図8 引張荷重と圧入荷重の関係

(4) 結論

金属製の半円形治具を圧入させる事によりシーリング目地の剥離状況を非破壊で判定でき、既存の引張試験の結果とも相関性があることを示した。

圧入試験において、圧入深さが5mmを超えた時点から、剥離割合の影響が圧入荷重により確認できたが、目地深さによって圧入荷重は異なった。

現場で実施可能な非破壊接着性判定方法の開発を行うためには、既存の試験方法との相関性を検討しながら、材料・設計要因や試験機側の要因を十分に考慮して行う必要がある。

< 引用文献 >

ASTM C 1736-11 Standard Practice for Non-Destructive Evaluation of Adhesion of Installed Weatherproofing Sealant Joints Using a Rolling Device, 2013

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 14 件)

甲斐正徳、中島亨、久住明、桐林亨、宮内博之、形状記憶パネを用いたシーリング目地の動的試験方法の開発 その2 促進耐候性試験、日本建築学会大会学術講演梗概集 [A-1]、2015、pp.1225-1226

伊藤彰彦、清水祐介、鳥居智之、石原沙織、奥田章子、添田智美、竹本喜昭、松村宇、宮内博之、山田人司、田中享二、ムーブメントを受けている状態でのシーリング材の劣化に対する環境温度の影響、日本建築学会大会学術講演梗概集 [A-1]、2015、pp.1219-1220

山田人司、川端芳英、樋口豊、宮内博之、清水市郎、佐々木哲也、小野正、構造ガスケットの支持力・水密性の耐久性評価方法に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 [A-1]、2015、pp.1237-1238

樋口豊、川端芳英、山田人司、清水市郎、小野正、佐々木哲也、宮内博之、グレイジングシール材の経年劣化を考慮した簡易水密試験方法の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集 [A-1]、2015、pp.1243-1244
鳥居智之、野口修、添田智美、宮内博之、八田泰志、山田人司、伊藤彰彦、田中享二、建築用シーリング材規格の性能規定化に

向けての活動と課題、日本建築学会大会学術講演梗概集 [A-1]、2015、pp.1223-1224
添田智美、伊藤彰彦、岩崎功、小野正、梶山武夫、久住明、高橋愛枝、坪田篤侍、鳥居智之、中島亨、八田泰志、宮内博之、山田人司、シーリング材の耐疲労性評価方法に関する研究 その5:耐疲労性区分に基づく耐用年数設定方法に関する一提案、日本建築学会大会学術講演梗概集 [A-1]、2015、pp.1221-1222

八田泰志、久住明、宮内博之、小野正、高橋明、山田人司、シーリング材の接着性評価方法に関する研究 その1 伸長率と水浸漬の影響について、日本建築学会大会学術講演梗概集 [A-1]、2015、pp.1215-1216
高橋明、小野正、八田泰志、樋口豊、宮内博之、山田人司、シーリング材の接着性評価方法に関する研究 その2 形状係数の違いが接着性に与える影響、日本建築学会大会学術講演梗概集 [A-1]、2015、pp.1217-1218

全承植、石原沙織、宮内博之、シーリング目地の非破壊接着性判定方法の開発(その1 圧入試験による目地の剥離判定)、日本建築学会大会学術講演梗概集 [A-1]、pp.1231-1232、2015

全承植、石原沙織、宮内博之、シーリング目地の非破壊接着性試験法の検討、日本建築学会関東支部研究報告集 I、pp121-124、2015

全承植、李峻、宮内博之、石原沙織、宮内香織、屋根の断熱性に及ぼすウレタン塗膜複合防水層の色彩の影響、日本建築学会大会学術講演梗概集 [A-1]、pp.1255-1256、2014

久住明、安藤克浩、桐林亨、中島亨、宮内博之、形状記憶パネを用いたシーリング目地の動的試験方法の開発 その1 試験装置、日本建築学会大会学術講演梗概集 [A-1]、pp.1283-1284、2014

安藤克浩、久住明、宮内博之、各地域におけるシーリング目地周辺の汚染に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 [A-1]、pp.1285-1286、2014

宮内博之、CIB W83/RILEM 屋根材料・工法に関する国際合同委員会活動の動向、日本建築学会大会 材料施工部門 研究協議会資料、pp.63-67、2014

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮内 博之 (MIYAUCHI Hiroyuki)
国立研究開発法人建築研究所 材料研究グループ 主任研究員
研究者番号: 40313374

(4) 研究協力者

石原 沙織 (ISHIHARA Saori)