

断面修復材の挙動に関する解析的検討

岐阜大学 学生員 ○ 国枝 稔 今枝 秋雄
岐阜大学 正会員 栗原 哲彦 六郷 恵哲

1. はじめに

近年、塩害やアルカリ骨材反応などによって損傷したコンクリート構造物が多く存在し、一方で、それらの構造物の補修を対象とした様々な工法が開発されている。例えば、劣化損傷したコンクリート部分をはつり取り、鉄筋に防錆処理を施した後、断面修復材で補修し、その後種々の表面被覆材料でコーティングするという工法がある。しかしながら、施工後に断面修復材が乾燥収縮や硬化収縮などにより収縮し、図-1に示すような界面ひび割れを生じ、その結果、表面のコーティング材のもつべき各種機能の低下をもたらすことが考えられる。また、JCI コンクリート構造物の補修工法研究委員会（魚本 健人 委員長）の「補修工法の性能評価のための解析的手法」[1]においても、この界面ひび割れによってコーティング材の機能が低下することが指摘されているが、解析上はひび割れ幅を 1、2、5(mm)と仮定しており、実際の挙動がどのようなになっているかは明らかにされていない。

本研究では、まず第1段階として既存コンクリートを断面修復材で補修したモデルを考え、断面修復材の収縮挙動について解析的に検討した。

2. 解析方法

解析では図-1に示すように、既存コンクリートをはつり取り、断面修復材で補修した構造物をモデル化し、図-2に示す要素を用いて、有限要素法によって解析を行った。ただし、ここで言う断面修復材はモルタルを想定している。また、対象とした既存コンクリートと2種類のモルタルの材料特性を表-1に示す。さらに、既存コンクリートと断面修復材との付着特性のうち、引張については、界面に対して鉛直方向に Interface 要素（以後、引張要素と呼ぶ）を配置し、この要素の引張軟化特性と剛性を変化させることによって表現した。引張要素の引張軟化特性については、コンクリートの打継ぎ部にモルタル敷いたはりの曲げ載荷試験から得られる荷重-たわみ曲線[2]をもとに、多直線近似解析手法[3]により求められた引張軟化曲線を使用した。ここで解析に使用した2種類のモルタルの引張軟化曲線を図-3に示す。さらに引張要素の剛性については、前述の曲げ載荷試験を引張要素を用いて再現し、パラメータを同定した。一方、せん断については、今回の解析においては、考慮しないこととした。

断面修復材については、最終的な収縮ひずみが 1000×10^{-6} になる材料を想定し、解析を行った。ただし、今回の解析においては、収縮の時間依存性については検討していない。以上より、今回の解析条件の一覧を表-2に示す。

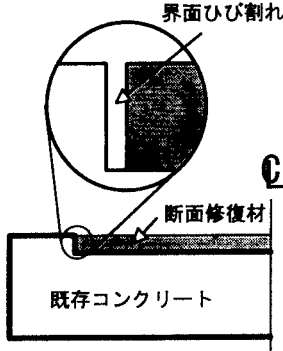


図-1 断面修復材による補修

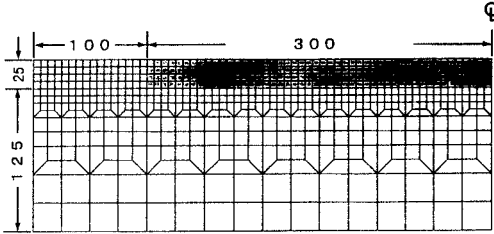


図-2 要素分割図 単位 (mm)

表-1 材料特性

	圧縮強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
既存コンクリート	43.1	29.9
モルタル 1	58.8	34.3
モルタル 2	75.5	31.4

3. 解析結果

各解析ケースにおけるモルタル表面部の界面ひび割れ幅を図-4に示す。なお、Case2については要素分割の影響からか、解が発散してしまったため、 600×10^{-6} までしか求めていない。この図より、Case1においてはモルタルの収縮ひずみが増大するに伴い、界面ひび割れ幅も大きくなっていることが分かる。一方、引張要素に軟化特性を組み込んだ Case2、3 においても、モルタルの収縮ひずみが増大するに伴い、界面ひび割れ幅も大きくなっているが、その量は Case1 に比べて小さいことが分かる。特に、Case3 については、モルタルの圧縮強度は Case2 に比べて大きいにも関わらず、図-3 の引張軟化曲線の軟化開始点や破壊エネルギー G_f (曲線下で囲まれた面積) が同等か、むしろ小さく、モルタルと既存コンクリートとの付着が十分でないことを表している。その結果、図-4 においてモルタルの収縮の初期の段階においては Case1 より小さくなっているが、その後 Case1 と同様の挙動を示していることが分かる。

一方、Case1、2 における界面ひび割れ部の上縁部、中央部、下縁部のひび割れ幅を図-5に示す。この図より、Case1 では上縁、中央部、下縁部におけるひび割れ幅の差は認められなかったが、引張軟化を考慮することモルタルの表面部に近いほど界面ひび割れ幅が大きくなっていることが分かる。

以上より、このような断面修復材の収縮挙動を解析的に検討する上で、その付着性状を表すパラメータの一つとして引張軟化曲線を取り入れることで、その収縮挙動に変化が現れることが明らかとなった。

4. おわりに

今回の解析において、断面修復材であるモルタルの収縮挙動について、特に界面ひび割れ幅に着目して検討することが出来た。今後は、精度の向上を目指すとともに、実験との比較検討を行う予定である。

【参考文献】

- [1] 日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物の補修工法研究委員会報告書(Ⅲ)，1996. 10.
- [2] 栗原哲彦、安藤貴宏、内田裕市、六郷恵哲：引張軟化曲線によるコンクリート打継ぎ部の付着性状の評価，コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 18, No. 2, pp. 461-466, 1996. 7.
- [3] 栗原哲彦、安藤貴宏、国枝稔、内田裕市、六郷恵哲：多直線近似解析法による引張軟化曲線の推定と短繊維補強コンクリートの曲げ破壊性状，土木学会論文集，No. 532/V-30, pp. 119-129, 1996. 2.

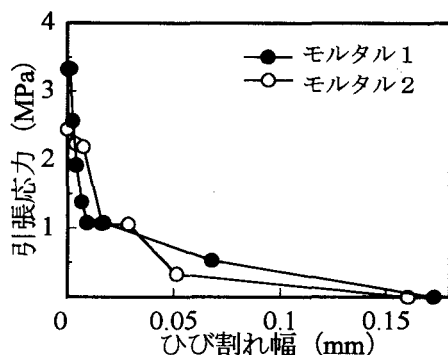


図-3 モルタルの引張軟化曲線

表-2 解析条件

解析条件	モルタルの種類	引張要素の軟化特性
Case1	モルタル 1	×
Case2	モルタル 1	○
Case3	モルタル 2	○

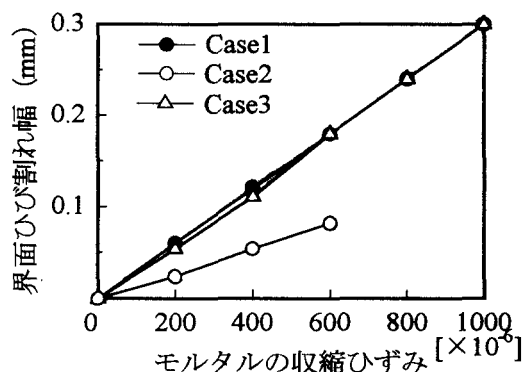


図-4 モルタルの収縮ひずみと界面ひび割れの関係

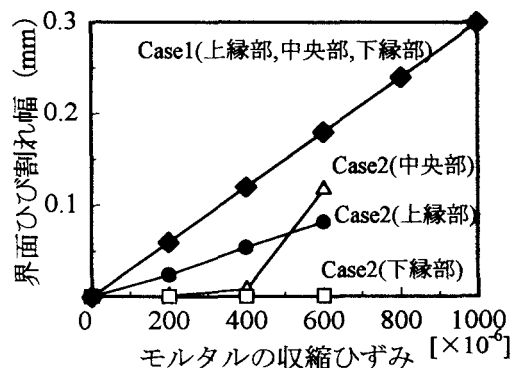


図-5 ひび割れ幅の分布
(上縁部、中央部、下縁部)