

サンユレジン(株) 正会員 ○嘉指 成詞 東レ(株) 西村 明
 京都大学 正会員 服部 篤史 正会員 宮川 豊章

はじめに

近年、補修、補強を目的として連続繊維シートをコンクリート表面に適用する試みがなされているが適用箇所として検討されている下水道施設においては、長期にわたる供用性を確保するため、力学的性質のみでなく、酸性雰囲気における耐久性を明らかにする必要がある。本研究では、連続繊維シートに用いる樹脂、繊維、FRP及び補強コンクリート供試体の耐酸性を検討するため、日本下水道事業団の「コンクリート防食指針(案)」の基準に従って10%の硫酸水溶液に所定の期間浸漬後に強度試験を行った結果を報告する。

実験概要

(1) 繊維含浸用樹脂

繊維含浸用樹脂としてエポキシ樹脂、ポリエステル樹脂等の合成樹脂が一般的に用いられているが、コンクリートに対する密着性、作業性等よりエポキシ樹脂が良く用いられている。本試験で検討した3種類のエポキシ樹脂を表-1に示す。10%の硫酸浸漬後の重量変化率、引張強度保持率を図-1、2に示す。

樹脂による硫酸浸漬後の重量変化率、強度保持率の差がみられた。

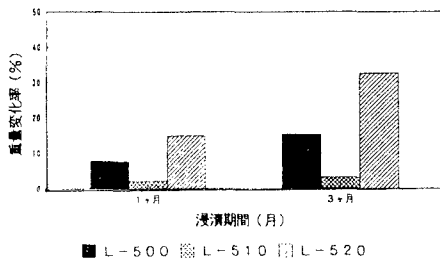


図1-L-500, 510, 520の浸漬後の重量変化率

(2) 連続繊維シート

本試験で用いた一方向炭素繊維シートを表-2に示す。表-2の炭素繊維系の10%硫酸浸漬後の引張強度保持率を図-3に示す。引張強度の低下は見られず耐硫酸性に優れている。

表-2 炭素繊維シートの特性

項目	使用糸(縦)	使用糸(横)	繊維密度(縦×横) (本/cm)	目付量 (g/m ²)	繊維比重	繊維織
トレカクロス UT70-30	7700S-12000	ECE225 1/0	3.75×3.0	300	1.8	平

表-1 エポキシ樹脂の特性
サンユコート L-500 L-510 L-520

項目	単位	L-500 (一般タイプ)	L-510 (高強度タイプ)	L-520 (高強度タイプ)	試験方法
引張強さ	N/mm ²	42.7	25.0	20.6	JIS K 7113
曲げ強さ	N/mm ²	76.5	35.3	22.6	JIS K 7203
引張せん断強さ	N/mm ²	15.7	13.2	12.7	JIS K 6850
圧縮強さ	N/mm ²	84.8	50.0	45.1	JIS K 7206
圧縮弾性係数	N/mm ²	2.2×10 ⁴	9.8×10 ⁴	8.6×10 ⁴	JIS K 7206
CFRP引張強さ*	N/mm ²	4.4	4.4	4.0	JIS K 7073
CFRP引張弾性率*	N/mm ²	234	234	233	JIS K 7073

*炭素繊維として東レ(株)製 UT70-30を使用 炭素繊維の体積含有率=100%換算値

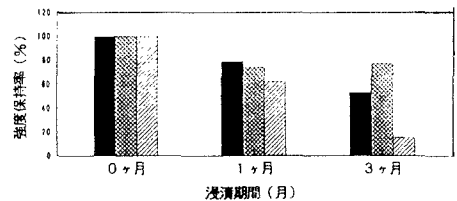


図2-L-500, 510, 520の浸漬後の引張強度保持率

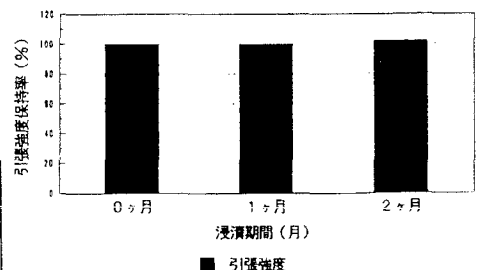


図3-炭素繊維系の浸漬後の引張強度保持率

(3) FRP

上記のエポキシ樹脂、炭素繊維でCFRPを作成し引張強度、弾性率を表-1に、硫酸浸漬後の引張強度保持率を図-4に示した。引張強度の低下はみられず耐硫酸性に優れている。

(4) コンクリート補強供試体

供試体には100×100×400mmの無筋コンクリートの下縁中央部に25mmのノッチを入れた後、下縁全面、軸方向に上記炭素繊維シートをエポキシ樹脂(L-500)で含浸接着し図-5のように載荷スパン300mm、中央一点載荷の曲げ試験を行った。破壊モードは図-6の様にひび割れ発生後、割裂ひび割れ発生し剥離ひび割れへと進展するがシート破断は見られなかった。

炭素繊維補強によるひび割れ発生強度比較を図-7に示す。繊維シート補強によりひび割れは発生強度が増加し積層枚数を増やす効果も見られた。

コンクリート補強供試体の硫酸浸漬によるひび割れ発生荷重保持率を図-8に示す。わずかに低下がみられる

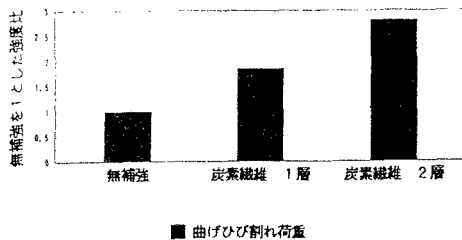


図7-炭素繊維補強による曲げひび割れ発生荷重

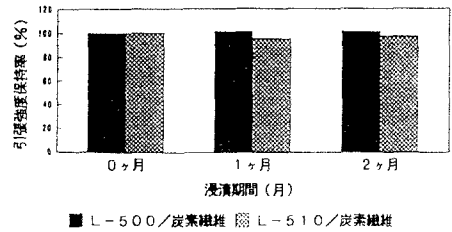


図4-CFRPの浸漬後の強度保持率

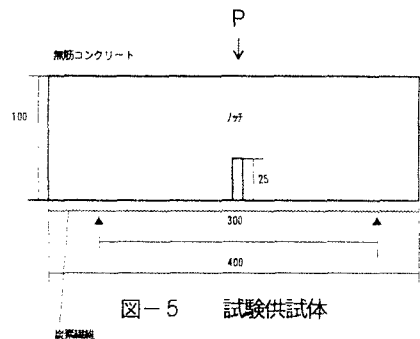


図-5 試験供試体

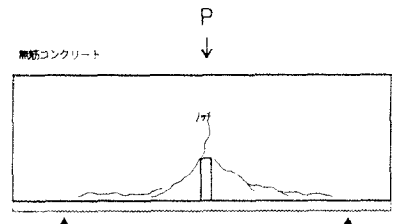


図-6 ひび割れ状況図

まとめ

(1) エポキシ樹脂の種類によって硬化物の機械物性に差がみられるが、炭素繊維シートに樹脂を含浸させたFRP、コンクリート補強供試体には樹脂の種類による機械物性の有為差は見られなかった。耐酸性についても同様の傾向であった。

(2) 耐酸環境での炭素繊維シート補強コンクリートの補強効果については低下がすくなく下水道施設のコンクリート構造物の補強に有効であると考えられる。樹脂の種類による差は見られなかったが更に長期の耐久性について考慮すると耐酸性の良い樹脂を選定することが望ましいと考える。

(3) 下水道施設としてコンクリート水槽内面、下水道管の補強等ではひび割れ発生荷重増加によるひび割れ抑制効果が期待できるものと思われる。さらにCFRPを独立した防水槽として想定すると地震等の一時的な外部応力による漏水防止にも有効と思われ、補強効果以外に防食ライニング材としての特性、耐久性の確認が必要である。

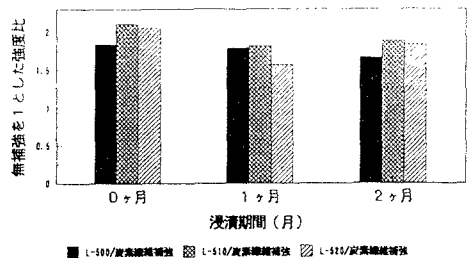


図8-CFRP補強コンクリートの曲げひび割れ発生荷重の浸漬による変化