

Una procedura per il controllo del danneggiamento meccanico di un geotessile per rinforzo

G. SEMBENELLI*

La movimentazione in cantiere e la posa in opera dei geosintetici costituiscono un passaggio delicato nelle realizzazioni con questo tipo di materiali. Significative riduzioni delle loro proprietà sono legate al danneggiamento iniziale, subito in fase di posa in opera. Gli studi sul comportamento a lungo termine dei geosintetici interrati hanno evidenziato che, in ambienti chimicamente non aggressivi, la riduzione della resistenza, conseguenza di tale danneggiamento, è in genere più importante di quella conseguente al decadimento chimico-fisico del polimero.

Esistono alcune applicazioni, come ad esempio il «terreno rinforzato», in cui un certo livello di danneggiamento è implicito nelle operazioni di posa in opera. In questo caso, se da un lato risulta particolarmente importante quantificare il danno subito, in quanto i geosintetici sono chiamati a contribuire con la loro resistenza alla stabilità dell'opera, dall'altro lato l'entità e la distribuzione dei danneggiamenti rimane in genere «nascosta» alla vista e non può essere controllata direttamente.

Il «terreno rinforzato» è realizzato alternando strati di rinforzo in geosintetico a strati di terreno compattato. Generalmente i geosintetici utilizzati per il rinforzo sono geogriglie o geotessili, sia tessuti che non-tessuti. Sostanzialmente, il geosintetico viene prima ricoperto con terreno soffice, che a sua volta viene successivamente compattato con pesanti rulli in genere vibranti. Ogni passata di rullo è una potenziale fonte di danneggiamento, la cui entità dipende in generale dalle caratteristiche del geosintetico, dal tipo di terreno impiegato e dai dettagli della stesa e della compattazione. Oltre a ciò vanno considerati i possibili danneggiamenti dovuti a incuria o a cattiva esecuzione delle operazioni di posa.

In generale si tiene conto del danneggiamento meccanico in fase di posa in opera applicando dei coefficienti di sicurezza riduttivi sulla resistenza teorica dei geosintetici. Tali coefficienti andrebbero modificati di volta in volta sulla base delle condizioni che esistono in effetti in cantiere.

Il metodo più immediato per valutare il danneg-

giamento subito dai geosintetici nella posa in opera appare quello di recuperare dei teli di rinforzo dopo averli posati e di rimisurarne le caratteristiche principali. Recentemente, KOERNER *et al.* [1990] hanno presentato una interessante rassegna a questo riguardo. In Italia, nell'ambito dei lavori per la realizzazione di una grande struttura in terra rinforzata, è stato possibile stimare il danneggiamento subito dai geosintetici mediante il controllo qualitativo e quantitativo delle caratteristiche dei teli di rinforzo, recuperati da un rilevato di prova.

Il rilevato di prova, alto circa 1.9 m, è stato realizzato su un fronte di una decina di metri e con profondità di circa 3 m, per un volume complessivo pari a circa 300 m³. Il materiale era un marino di fresa proveniente da un foro pilota in scisti, descrivibile come una ghiaia sabbiosa ben gradata con particelle a spigoli vivi di diametro massimo attorno a 25 mm. I geosintetici di rinforzo erano dei geotessili non tessuti, a fibra continua agugliati, da 350 g/m². I geotessili furono disposti con spaziatura verticale pari a 0.5 m, riproducendo nei minimi dettagli il procedimento costruttivo utilizzato per la struttura reale progettata. Furono posati in totale 3 strati di rinforzo, a 0.5, 1.0 e 1.5 m dalla base. Sulla sommità venne aggiunto uno strato di circa 0.4 m di materiale compattato. Per la compattazione fu impiegato un rullo vibrante a tamburo liscio da 6 t (tipo DYNAPACK CA-25). La massima altezza del rilevato sopra i rinforzi più bassi risultò pari a 1.4 m.

Ultimata la fase di carico, la struttura fu demolita e vennero recuperati due teli a 0.9 e a 1.4 m di profondità, per le verifiche di laboratorio. Le operazioni di smontaggio furono condotte con estrema cura in modo da evitare danni ulteriori ai teli. Il terreno a contatto con i geosintetici fu asportato a mano e utilizzando badili e cazzuole. Non appena recuperati, i teli furono identificati, descritti sommariamente, fotografati e riposti in un sacco in polietilene per il trasporto.

La realizzazione del rilevato di prova, compresa la relativa demolizione e il recupero dei teli, richiesero meno di 8 ore, di cui circa 4 per la sola costruzione. Durante tutto questo tempo erano presenti 2

* Dott. Ing. Giuseppe Sembenelli, PIERO SEMBENELLI, Consultant, Milano.

manovali, 1 caposquadra e 1 ingegnere supervisore, oltre all'operatore delle macchine impiegate.

Il controllo delle caratteristiche meccaniche dei teli di rinforzo recuperati è stato condotto con prove di trazione su banda stretta e su banda larga. Le prove furono completate con la determinazione della massa areica e dello spessore nominale. Per determinare la variazione percentuale delle caratteristiche rispetto al geotessile vergine, le prove vennero duplicate su un campione non utilizzato nel rilevato. In aggiunta sono state eseguite alcune osservazioni al microscopio ottico con fotografie. In totale sono stati portati a rottura 42 provini a banda stretta e 7 provini a banda larga, secondo lo schema illustrato nella tabella.

CAMPIONE	PROVA	PROVINI	
		longitudinale	trasversale
A	banda stretta	8	8
	banda larga	2	0
B	banda stretta	8	8
	banda larga	3	0
Riferimento	banda stretta	5	5
	banda larga	2	0

Il prelievo dei provini dai campioni sottoposti a compattazione venne condotto in modo da verificare le caratteristiche delle zone che in base all'esame visivo risultavano più fortemente danneggiate dall'azione meccanica. Ciò ha comportato la descrizione preliminare dei teli, una classificazione delle alterazioni incontrate, il posizionamento di ciascun provino e la relativa identificazione. Le alterazioni furono classificate come punzonature non perforanti il geotessile (PNP), punzonature perforanti (PP) e strappi (S). Al fine di quantificare il grado di alterazione dei provini esaminati furono quindi contate le alterazioni riscontrate. Furono riscontrati pochi strappi nelle parti marginali dei teli, che vennero messi in relazione alle operazioni di recupero.

Le determinazioni di spessore nominale e massa areica furono condotte su provini circolari secondo le Norme CNR-111 e CNR-112, rispettivamente.

Le prove di trazione su banda stretta furono condotte secondo la Norma UNI- 8639, su provini larghi 100 mm e lunghi 200 mm. Tale Norma prevede che i provini vengono ripiegati in due, in senso longitudinale, in modo da ridurre gli effetti della strizione sulla resistenza. Le prove di trazione su provini a banda larga furono condotte su provini larghi 500 mm e lunghi 100 mm. I risultati di ciascuna

prova di trazione furono espressi e analizzati in termini di curve sforzi deformazioni, di resistenza ultima a trazione e di deformazione a rottura. Va a questo proposito ricordato che spesso il danneggiamento ha maggiori ripercussioni sulla deformabilità che sulla resistenza.

L'esame al microscopio è stato condotto sia sul geotessile vergine che su quello recuperato dal rilevato sperimentale. L'esame microscopico consente solo correlazioni qualitative dello stato di danneggiamento delle fibre nell'intorno delle incisioni.

In generale la dispersione dei valori di resistenza del geotessile recuperato è piuttosto elevata. Ciò dipende, oltre che dalle disuniformità tipiche del geotessile, anche e soprattutto dalla casualità con cui sono distribuiti i danneggiamenti. Per poter utilizzare i dati, è necessario legare i valori di resistenza al numero di danni rilevati, espressi per unità di superficie. Nel caso esaminato, le resistenze inferiori furono ottenute nei provini con almeno una perforazione passante PP. Indicativamente, la riduzione rispetto ai valori medi di resistenza è risultata pari al 40%, nei provini con un numero di perforazioni equivalente a 40 - 50 per metro quadro, e pari al 50 - 60%, nei provini con un numero di perforazioni doppio. Tali valori sono in accordo con i risultati pubblicati da KOERNER *et al.* [1990].

I valori di resistenza ottenuti sui provini prelevati secondo quanto esposto, rappresentano il limite inferiore rappresentativo delle parti più danneggiate del geosintetico. La valutazione finale dei coefficienti di sicurezza da adottare per tenere conto del danneggiamento va quindi fatta sia in base alla riduzione di resistenza misurata con le prove di laboratorio che alla distribuzione delle zone danneggiate sulla superficie dei teli.

La procedura sopra descritta dovrebbe essere applicata sistematicamente, viste la semplicità delle prove, il modesto impegno che impone al cantiere e il contenuto costo complessivo. Il costo globale diretto dell'impegno in cantiere, prove di laboratorio e analisi dei dati non dovrebbe superare i 7 - 8 milioni di lire.

I dati che si possono ricavare da sperimentazioni di questo tipo sono per contro estremamente utili e consentono di fondare il calcolo su basi più aderenti alla realtà. La realizzazione di un rilevato di prova con le stesse modalità di posa previste in progetto consente inoltre di acquisire indicazioni preziose sulle migliori procedure da adottare per la costruzione. Infine, un rilevato di prova, realizzato all'inizio del lavoro e lasciato, almeno parzialmente, in posto, consentirebbe il controllo in tempi successivi delle ca-

ratteristiche dei geosintetici, fornendo anche valori attendibili sull'invecchiamento del polimero in condizioni reali.

Opere di una certa rilevanza, per altezza o estensione, dovrebbero prevedere sempre la realizzazione preliminare di una sperimentazione del tipo illustrato. A tal fine, è auspicabile che la Voce «Rilevati Spe-

rimentali» entri a far parte dei Capitolati relativi a opere in terreno rinforzato.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- KOERNER G.R., KOERNER R.M. (1990) - *The installation survivability of geotextiles and geogrids*. Proceedings, IV Int. Conf. on Geotextiles, Geomembranes and Related Products, Balkema.