

PROGETTAZIONE DINAMICA E CRASH TEST A SEGUITO DELL'EMANAZIONE DELLE LINEE GUIDA ETAG27 "FALLING ROCK PROTECTION KITS" ESPERIENZE PROGETTUALI E DI COLLAUDO APPLICATE ALLA CLASSE 8 - 5000 KJ

Author: Ing Massimo Raviglione¹ - Co-Autor: Dipl. Ing. Gerhard Berger

I sistemi flessibili passivi di protezione dalla caduta massi, comunemente definiti *barriere paramassi* possono essere classificate come tensostrutture metalliche soggette ad azioni dinamiche impulsive, con la capacità di variare la geometria iniziale applicando al sistema deformazioni in campo elasto-plastico, di ordine di grandezza paragonabile alla dimensione della barriera pre-impatto.

Nella "normale" pratica ingegneristica, le strutture metalliche comuni soggette a carichi pseudo-statici sono soggette a deformazioni di ordine di grandezza decisamente diverso rispetto a quanto si verifica nelle barriere paramassi, infatti in tale ambito deformativo le variazioni di geometria sono dell'ordine di qualche millesimo (0,1-0,5%) della dimensione strutturale dell'elemento soggetta a flessione.



fig 1- Vista frontale del kit di classe 5 - RAV_5/A post impatto al livello SEL

Le particolarità deformative e di sollecitazione a cui sono sottoposte le barriere paramassi, direzionano la progettazione verso studi dinamici e simulazioni numeriche di impatto analizzati mediante modelli FEM.

Con tali modelli si è in grado di analizzare in dettaglio le sollecitazioni, le tensioni e le caratteristiche deformative di tutti i singoli componenti.

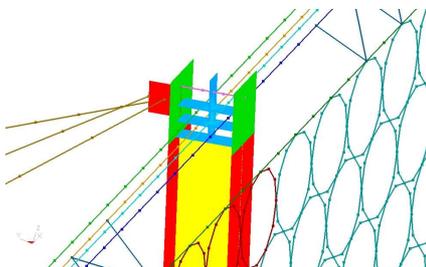


fig 2 - Dettagli del modello FEM del kit RAV_8/A elaborato mediante il software LS-DYNA della Livermore Software Technology Corporation

Nonostante la raffinatezza dell'elaborazione FEM, e l'ottimale sovrapposizione fra la simulazione ed il comportamento reale della barriera e l'esecuzione di crash test *codificati* secondo le ETAG27 *Falling Rock Protection Kit*², le barriere paramassi rimangono in molti punti *strutturalmente sconosciute*.

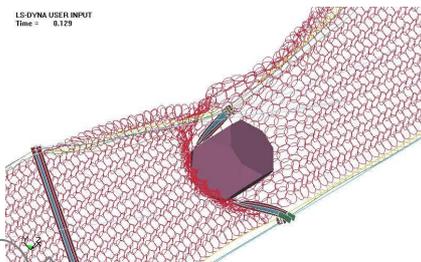


fig 3 - Output della simulazione FEM che riproduce l'impatto *non a norma* di un blocco sul montante

A tal proposito la progettazione, la verifica del comportamento strutturale e la valutazione delle sollecitazioni durante l'impatto hanno reso necessario oltre a quanto prescritto dalla linea guida ETAG27, la *verifica del comportamento strutturale limite del kit oltre agli impatti standard codificati*.

La stretta ed ormai più che consolidata partnership fra INCOFIL - ING. RAVIGLIONE - TEST LAB ha permesso la realizzazione di una *sperimentazione mirata ad un'analisi critica* del comportamento strutturale, funzionale e manutentivo dei kit paramassi a seguito di impatti *non normati*.

A partire dal 2010, abbiamo quindi intrapreso una campagna di crash test per verificare *nella realtà* il comportamento dei kit paramassi a seguito di *impatti non previsti dalle norme ... ma previsti in natura!*



fig 4 - La realtà della caduta massi naturale ... *impatto non a norma* ... 1° SEL, 2° SEL, MEL, o ...?

La sperimentazione si è svolta su più classi energetiche, a partire dal kit di classe 3 - RAV_3/A e successivamente sul kit di classe 8 - RAV_8/A.

I test relativi alla RAV_8/A si sono svolti nel seguente ordine senza ripristino e/o manutenzione alcuna:

- 1° SEL² / 1667 kJ / Campo centrale
- ↓
- 2° SEL² / 1667 kJ / Campo centrale
- ↓
- 3° SEL / 1667 kJ / Campo marginale destro
- ↓
- 10% MEL / 500 kJ / Campo marginale sinistro



fig 5 - vista d'insieme e dettagli della sequenza dei test *normati* e *non normati* sul prototipo RAV_8/A

Conclusioni ... la progettazione ed i crash test eseguiti secondo la ETAG27 rappresentano il *livello prestazionale minimo* che un kit paramassi deve possedere. ... *A partire da tale livello, è però necessario approfondire lo studio del comportamento del kit a fronte di impatti naturali non standard.*

¹ Rock and Snow Engineering e consulente presso l'Ufficio Ricerca e Sviluppo Incofil Srl

² test eseguiti secondo le linee guida ETAG27