



Avec la méthode d'inclusion dure des capteurs de contraintes en général à haute rigidité sont placés dans un forage pour enregistrer des changements de contraintes. Cette méthode utilise des transducteurs avec un coefficient d'élasticité plus haut que celui de la roche au point de mesure. La procédure se fonde sur les relations théoriques suivantes:

Si un transducteur d'un coefficient d'élasticité E_M est installé par adhérence dans une structure de roche chargée élastiquement d'un coefficient d'élasticité $E_G < E_M$ la contrainte dans le transducteur se distinguera de celle-ci dans la roche environnante; il y aura des concentrations de contraintes dans le transducteur. Si la relation entre les coefficients E_M/E_G est connue on peut corriger les contraintes mesurées dans le transducteur.

Il est possible de distinguer entre plusieurs méthodes selon leur principe de conversion de valeurs mesurées ou de transmission de valeurs mesurées:

- Principe de mesure hydraulique
- Principe de mesure électrique
- Principe de mesure mécanique
- Principe de mesure optique

Des vérins plats d'une rigidité standard ont particulièrement fait leurs preuves comme capteurs de contraintes. Les transducteurs de pression (fig 1) sont installés nettement orientés dans les forages de mesure. Les composants de contraintes sont mesurés en direction orthogonale aux vérins.

Pour produire la connexion par adhérence entre les vérins et la roche les forages sont remplis d'un mortier convenant aux caractéristiques de la roche. Une précontrainte par injection à haute pression d'époxy-résines peut avoir lieu une fois le mortier durci.

Cette méthode convient aussi à mesurer les changements de contraintes relativement petits. Dans des zones de la roche visqueuses ou plastiquement chargées on peut s'attendre à ce que le transducteur va „croître dans la roche“ par fluage de la roche, c'est-à-dire que les contraintes dans la roche se constituent aussi peu à peu dans le transducteur. Dans ces conditions de roche et avec le mortier de remplissage bien



choisi il est aussi possible de déterminer les magnitudes actuelles des composants de contraintes orthogonales additionnellement aux changements de contraintes.

Le capteur standard de contraintes de la roche se compose de:

Trois vérins plats d'acier orientés directionnellement avec trois cellules, type BB 10/20 KF 50 chacune tournée de 120°. Capacité de charge 0- 50 bars (si nécessaire aussi plus haute). Conduite d'injection autour des vérins et raccordement carré de tiges. Câbles de raccordement pour la mesure des cellules et conduites d'injection pour l'injection subséquente.

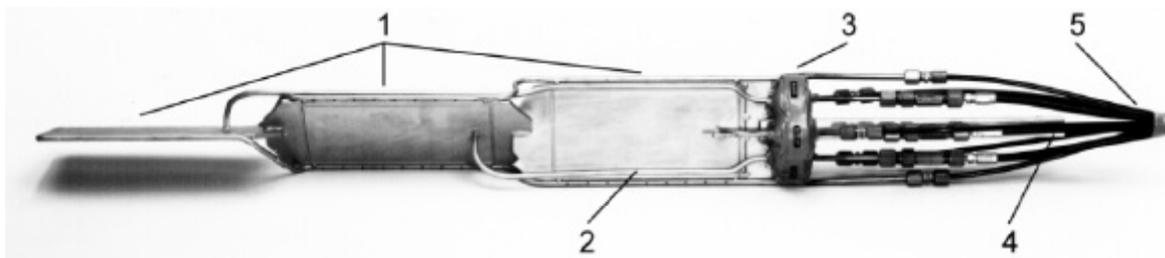


Fig 1 Transducteur de pression avec trois vérins plats

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| 1 Vérins plats | 2 Conduite d'injection |
| 3 Cellules | 4 Raccordement carré de tiges |
| 5 Câbles de raccordement | |

La pression dans les vérins est mesurée soit hydrauliquement par des cellules du système Glötzl soit électriquement par des capteurs de pression. La contrainte dans les vérins peut être lue directement sur l'instrument en bars.

Les conduites d'injection à haute pression perforées, placées autour du bord des vérins, sont fermées avec une bande adhésive pour empêcher l'infiltration du mortier pendant l'installation. Une fois le matériau de remplissage durci des résines synthétiques ou des matériaux semblables peuvent être injectés par ces conduites pour pré-contraindre le matériau de remplissage et les capteurs de contrainte y insérés.