

埼玉大学理工学部 正会員 ○小野寺 透
 (株) 日本工営 正会員 会田 俊雄
 大阪府 土木部 正会員 高橋 進

土木目的の岩盤調査のボーリングは、岩盤を構成している岩石の種類やその分布状態を知ることよりも、水と共存するばあいを含めて、岩盤の工学的性質を知ることにより多くの関心が持たれ、工学的性質に基づく岩盤分類または良好度表示に種々の工夫が行なわれている。

この報文は、岩盤の実用分類の基礎づけの資料として、トンネル調査における先進ボーリングのコアによる岩盤良好度表示と、これに対応する坑内側壁の割れ目頻度およびボーリングの掘進速度、孔内湧水量などとの相関を検討したものである。

調査現場：図-1のような、ほぼ水平な2本の先進ボーリングの中間部に、同一レベルに発破工法で設けられた水平坑の、3者の対応部分約200m区間を選んだ。この岩質は主に新第三紀の安山岩からなり、図に示すように、この地域の地質構造に支配された節理系が見られ、これによって普通程度の割れ目が岩盤内に分布している。NQアセンブリー、ビット圧1500～1700Kg、回転速度400rpm（時に300、500—時は200）で行なわれた先進ボーリングのコアについて採取後2年半コア箱で室内に保管されていた状態で割れ目によって分断されたコア長さを測定し、掘削長さ5m毎にRQD¹⁾を求めた。

水平坑の坑壁に見られる節理・割れ目は、掘削に用いられた爆破状件に支配されるが、岩盤に大きな損傷を与えない様に行なわれた場合には、潜在していた割れ目の性質が支配的であると仮定し、坑

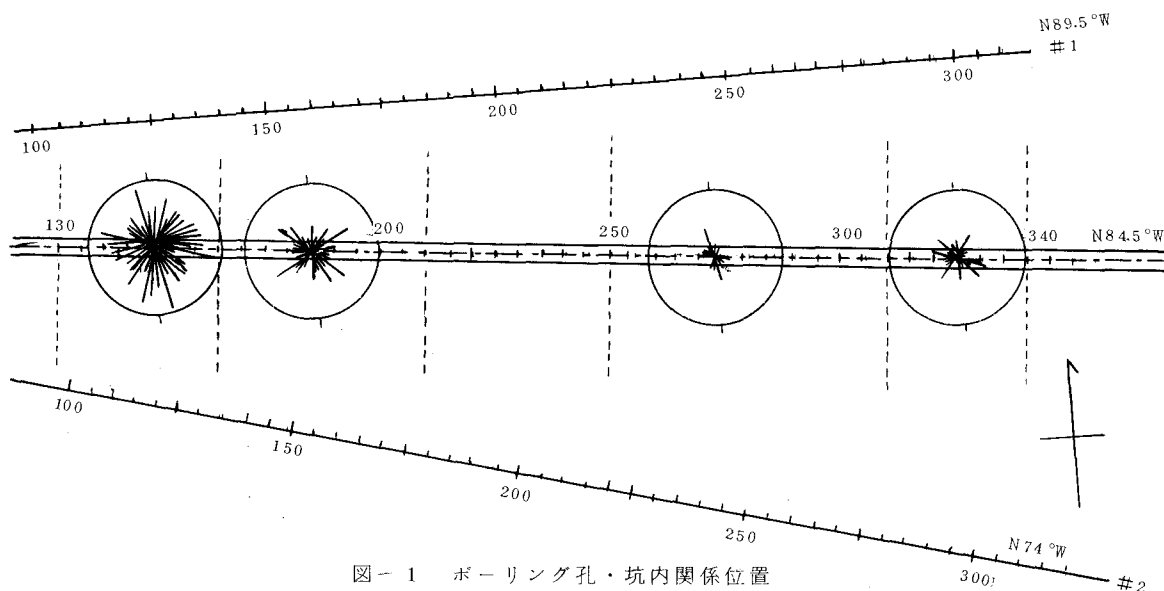


図-1 ボーリング孔・坑内関係位置

の長さを5 m毎に区分し、左右壁について高さ1 mの位置で、節理されつの走向傾斜と割れ目間隔を測定した。割れ目間隔は5 m毎に平均し、外国との比較の都合上割れ目頻度を30 cm間に含まれる割れ目の数とし $n/30$ で表わした。

1. RQDと $n/30$

1.1 岩盤面における割れ目間隔とその位置のボーリングコア（NX以上）によるRQDとは、一般に図-2のようになることが知られている。²⁾ これについて相関係数を求めてみると $r = -0.85$ で、一般的にRQDは割れ目頻度とよい相関を示す。

岩盤の工学的性質は岩質と割れ目頻度および荷重の大きさとの相対的な問題であるから、岩質がある幅で決まれば、岩盤良好度は割れ目頻度で表現できることになる。これらのことからRQDを岩盤良好度表示に使うことができる。

1.2 調査地の節理系には卓越方向があり、それらの密度が場所によって違うことが見られる。ボーリ

ング位置と坑内とについて、これらの細部を補正して両者を比較することは、測定特に方向の測定の精度から困難である。こゝでは2本のボーリングと坑がほぼ同一水平面内にあることから、節理の走向のみを考慮し、主要方向の一つであるNS性のものについてだけ、ボーリング孔の各5 m区間を坑の位置へ補正して、ボーリングコアの5 m毎のRQDと、これを対応する坑壁の $n/30$ との相関を求めると図-3になる。

図-3の分布は、ボーリングの位置と坑とのへだたりが大きいことと、上にのべた節理系毎の密度分布に左右されて、大きくばらつき相関係数 $r = -0.1$ と小さい。しかし、節理系の方向がランダムに近く卓越方向が著しくなく、かつボーリングの位置と坑との直距離が比較的近い（#1で30~50 m、#2で25~30 m）位置（坑の130~180 m区間）では、図-4に示すように $r = -0.67$

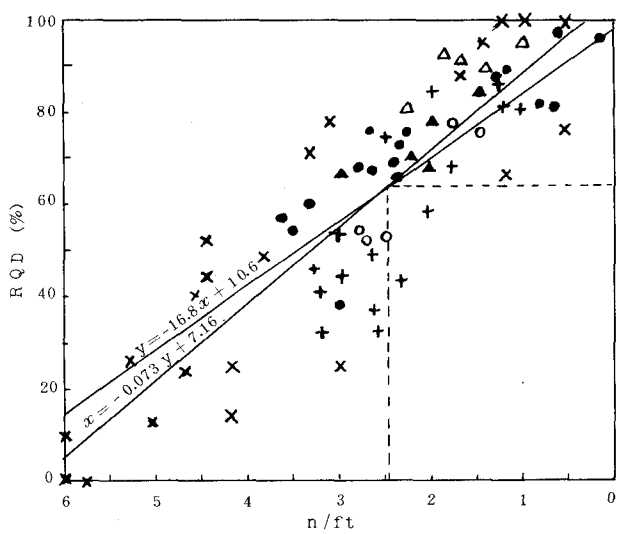


図-2 RQDと割れ目頻度（Deereの例）

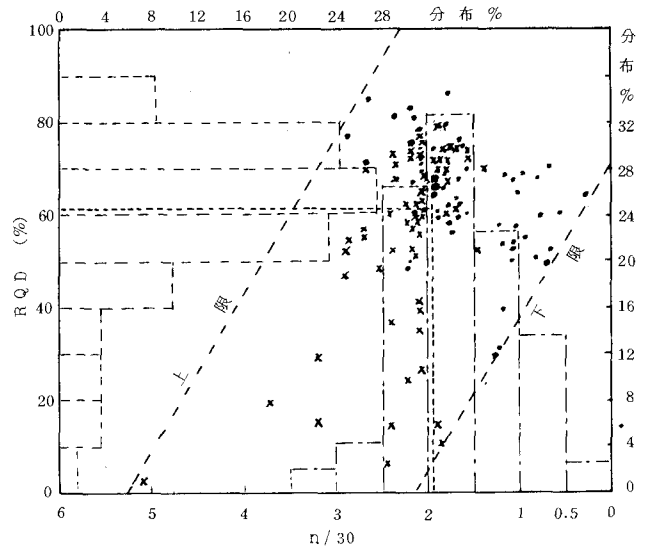


図-3 RQDと坑内割れ目頻度

でかなり良い相関があり，R Q D の $n / 30$ に関する回帰直線すなわち R Q D の平均値と坑内割れ目頻度との相関は

$$y = -23.5x + 81.6 \text{ となる。}$$

また， $n / 30$ の先進ボーリングの R Q D に関する回帰直線すなわち R Q D と割れ目頻度の平均値との相関は $x = -0.019y + 2.42$ によって与えられる。

2. R Q D と掘進速度

コアボーリングにおいては，コア採取率を 100% にするよう

に，また作業能率の点から，ビットおよび機材の損傷を最小限にしながら掘進速度をあげるように施工される。一方，掘進速度はビット圧，ビットと岩石との接触面積，ビットの回転速度，岩盤のかたさなどに支配され，岩盤が一定であっても，施工上のある幅の変動はさけ難い。現場条件から施工条件を長時間一定に保つことは，實際上出来難いので，ボーリング掘進速度は大局的には岩盤の力学的性質に関係するが，大幅に施工条件に支配される。このばあい，R Q D とボーリング掘進速度とは，図-5 のように比較的相関関係があり，他の例¹⁾に比べて，ボーリングの施工条件が比較的一定に近く保たれていたことがわかり，施工条件を規整すれば，ボーリング掘進速度から岩盤良好度が判断しうる可能性を示している。このばあい $r = 0.45$ で，R Q D の掘進速度 (cm / min) に関する回帰係数 $b = 7.49$ で，その回帰直線は $y = 7.49x + 42.8$ となる。これは，この条件でのボーリングの掘進速度から，その位置の R Q D の平均値を知ろうとする相関である。

同様に，掘進速度の R Q D に関する回帰係数 $b' = 0.027$ となり，回帰直線は $x = 0.027y + 0.67$ となる。すなわち，これはこの条件で R Q D の値から平均掘進速度を知ろうとする相関である。

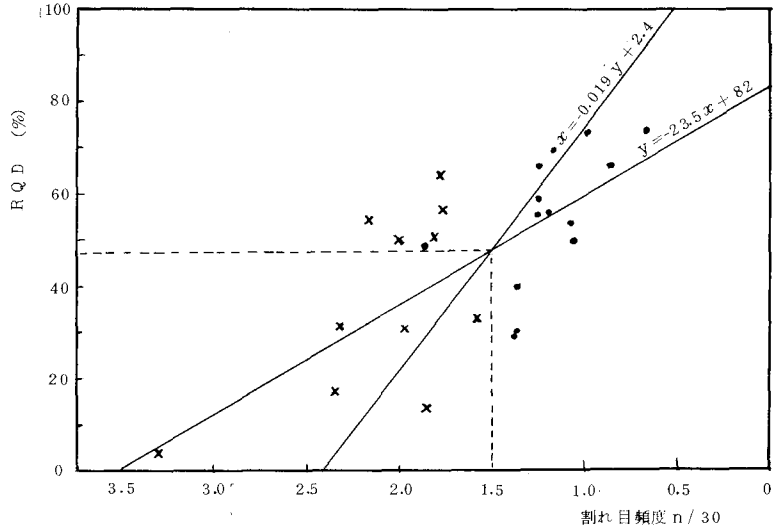


図-4 R Q D と坑内 (130 ~ 180) 割れ目頻度

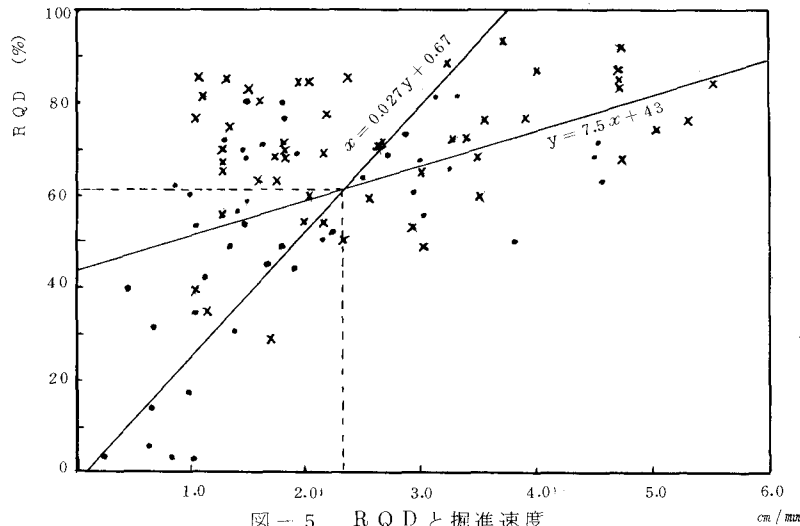


図-5 R Q D と掘進速度

3. R Q D と孔内湧水量

ボーリング孔内からの逸水または湧水は、間隙からの水圧とボーリング循環水の送水圧との差によって生じ、その量は送水量と帰還水量との差によって表われる。このばあいには、ボーリング記録から求めた、ある孔長毎の帰還水量と送水量との差を孔長 1 m 当たりに換算した q (ℓ / min) と R Q D との間には図-6 のように、他の例¹⁾に比較して良い相関が見られる。それにしても相関係数 $r = -0.50$ 程度であって、 q の R Q D に関する回帰係数 $b = -0.58$ で、回帰直線すなわち R Q D の値から湧水量の平均値を知ろうとするときの相関は $x = -0.58y + 64$ で与えられる。また、R Q D の q に関する回帰係数 $b' = -0.44$ で、回帰直線は $y = -0.44x + 73$ となる。これは、様々な湧水量に対応する R Q D の平均値を与える。

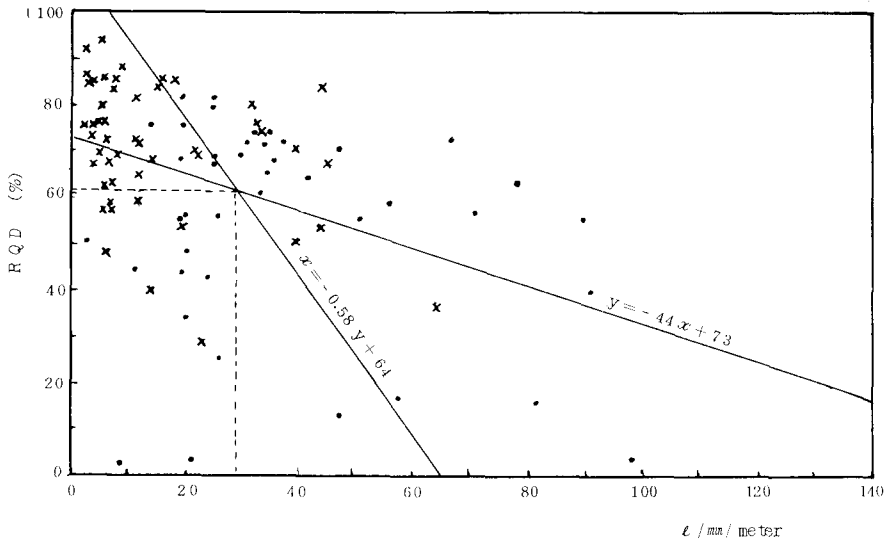


図 - 6 R Q D と湧水量

- 1) 小野寺透：岩盤調査・岩石試験，青函トンネル土工研究調査報告書，昭和45年度，pp.167～193, 1971
- 2) Deere, D. U. : Geological Considerations, Chapt. 1 Rock Mechanics in Engineering Practice (Stagg他) pp.14～16, 1968
- 3) 小野寺透他：ボーリングコアによる原位置岩盤の良好度表示，第6回土質工学研究発表会講演集，pp.571～574, 1972