

N 値の自記記録について

国鉄東京工務局土木課長 町 田 富 士 夫
国鉄東京工務局機械係長 齊 藤 論

標準貫入試験における N 値の貫入量の測定は、JIS では一打撃ごとの貫入量を測定することとなっているが、実際問題として、このような測定は困難である。それで、一般には貫入量 10 cm ごとの回数を記録しているが、それでは、貫入途中における土層の変化を正確にはあくすることがむずかしい。

それで、打撃と貫入量の関係グラフを自記記録する方法を研究し、あわせて、実際に記録したグラフについて、貫入途中において土層の変化した場合、薄層をはさむ場合、レキや貝ガラを点在する場合などの現われ方を事例について解析してみた。なお、本方法は地質調査における施工管理の方法としてきわめて有効であり、またこのグラフは土性を研究するための有力な一手段であると考え、研究継続中である。

F 式自動コーン試験機

不動建設株式会社研究室長 小 川 充 郎
不動建設株式会社土木工務部課長 山 下 憲 一
不動建設株式会社研究室 一 本 英 三 郎
不動建設株式会社土木工務部 今 泉 光 明 雄
不動建設株式会社中央研究所 藤 関 靖 雄

F 式自動コーン試験機は、自走かつ連続記録式の原位置試験車で、昭和 36 年から研究開発を行ない完成させたもので、主に軟弱地盤を対象に調査を行ない、土質調査、地盤改良工事に必要な基礎設計資料を得るために、その威力を発揮する。

その特長としては、機動性を有すること、コーンの連続貫入、自動記録、ロード重量や周辺摩擦に影響なく測定できること、コーン貫入速度と自動記録装置と同調して補正を要しないこと、機械的操作で取扱いが簡単なことなどがあげられる。

討 論

司会者 中央大学理工学部教授 工博 久 野 悟 郎

司会者 ただいま国鉄の齊藤さんから N 値の自記記録について、不動建設の藤関さんから F 式自動コーン試験機についてご発表がございました。この二つは先ほどの土質試験の自動化という問題を取扱われました点のご発表と比べまして、ちょっと違っておまして、これは当り前のことですが、土質調査法の自動化というふうに考えられるものです。齊藤さんのご発表は、現在の標準貫入試験方法を自記しようという試みであり、藤関さんの方は、いわば独自に製作した連続的な静的貫入試験機についてですので統一的な議論をしていただくのはむずかしからうと思います。そこでまず初めに齊藤さんのご発表に関して、ご討論いただきたいと思ひます。なお、齊藤さんのお話では、施工管理という面での自動化ということに関しましてもご意見がございましたので施工管理の自動化ということまで含めてご討論いただきたいと思ひます。

齊藤さん、先ほど時間がございましたので、追加して言うていただくことがありましたらなにか。

齊藤 論（国鉄東京工務局）現在この記録から N 値を数えて 10 cm ごとの記録に直しておりますが、回数というより、傾斜が N 値になりますので、将来はセルロイドの定規のようなものに、ある傾斜を作っておいて、それにいろいろな N 値を書いておき、あてはまる傾斜から N 値を求めようと思ひます。

それから、カーブの特性をみておきますと、いろいろ変わったカーブが出ておまして、こういうカーブがどういう性質の土かというような傾向が、数多い例からわかってくるんじゃないかということに興味をいだいており、その点について、こんご研究してみたいと思ひます。

森山一英（東建地質調査）齊藤さんにお伺ひいたしますが、ドラムのペーパーの自記なんです、たとえば地

盤が非常に柔らかくて、一打撃で 50~60 cm といったような貫入量があった場合の記録の余裕はありますか。

齊藤（国鉄東京工務局）現在、紙の長さは 30 cm でございますが、実際の貫入量は 60 cm に相当いたします。それで、糸の長さは、ここに 50 cm と書いておりますけれども、実際は 60 cm ぐらいあり、これは引張る側じゃなくて、貫入した場合には、ドラムの方にゼンマイがあり、巻取るようなかっこうになっておりまして、それ以上になった場合に、60 cm 以上は記録できませんけれども、機械がこわれるようなことはございません。ですから限界としては 60 cm 以上は記録できません。

森山（東建地質調査）それから地盤が堅く打撃数が非常に多い場合には、地盤のリバウンドとロッド自体のはね上がりがあり非常に過大な N 値になります。このような場合補正といいますか、制限の方法について、なにか試作されておられるでしょうか。

齊藤（国鉄東京工務局）はね上がりのヒゲのようなものが出ておりますが、これから低減のような問題も今後の研究課題としておもしろいんじゃないかと考えております。現在のところ、こうという結論は出ておりません。

森山（東建地質調査）ありがとうございます。

司会者 齊藤さんの発表について他にございませんか。

それでは藤関さんがご発表になりました F 式自動コーン試験機につきましてご討論いただきたいと思っております。

赤井浩一（京都大学）先ほど貫入速度の調節をオイルの量を加減してなさるというお話でしたけれども、もう少し詳しく説明していただけませんか。

藤関靖雄（不動建設）図-2 でございますが、PAF 14030 というポンプの吐出量は毎分 40 l ですが、速度の調節は流量調節弁によって行ないます。ただ、圧縮と引抜きの場合と速度が違いますのは、コネクションの仕方により圧縮と引抜きのシリンダー断面積が違うためです。

川崎浩司（神奈川大学）このコーンテスターによります自記記録装置の式がダッチ型のコーンペネトロメーターの関係式と非常に似ているということで、ちょっと私気がつきましたんですが、オランダに IFC という、インターナショナル・ファンデーション・カンパニーというものがあまして、そこのチーフエンジニアのファンディールという方と数年来、いろいろ交際しておりますが、比較的最近オランダでも、こういうふうな車に載せて自記的に調査する装置を製作したと聞いておりますが、まだ資料は見えておりませんが、そういう方面との関連はなにかご検討なさいましたか。

藤関（不動建設）ちょっと私、勉強不足でございませ

で、わからないんですが。

川崎（神奈川大学）それで、そのときに、一応オランダでは、現行のオランダ式コーンペネトロメーターを実際併用いたしまして数種の現場実験をやったと聞いております。ただしこれは話だけでして、文書とか資料をもらっておりませんのではっきりしませんが、かなり差が出てきて、ちょっとチーフエンジニアとしては使いたくないというようなことも聞きましたものですから。今後、従来のたとえば同種のコーンペネトロメーターテストと、この装置との関連、実験、もしくはオランダ式のものとか、スウェーデン式のものとか、いろいろ貫入試験がございしますが、そういうものとの比較値をとっていただければと思います。私も実は室内試験の自動化とともに、そういうものも将来やりたいと思っておりますので、その点比較的な資料をとっていただければありがたいと思います。

藤関（不動建設）どうもご親切なご意見ありがとうございます。

司会者 ただいま川崎先生からダッチコーンなどとの関連性などについてのご指摘がありました。たとえば 82 ページのへんにそういったことを書いていらっしゃるようですが、なんか同種の機械をお作りの鹿島建設さんの方とか、藤田組の方とか、なんかこれに関してご意見などいただくと非常におもしろいと思うんですが、なんかひとことございませんでしょうか。

川崎（神奈川大学）これはちょっと久野先生に実はお願いしたいのでございしますが、先ほど土質調査法の自動化と申しましたけども、そういうテストングというのは土質試験とわれわれは一般に訳しております。それで現場の土質試験と、それから室内の土質試験と私は考えておりましたんですが、やはり土質試験法というものと、土質調査法というものは、将来関連をつけて行かなければいけないと思っております。その点ちょっとお願いしたいと思います。

司会者 私のところへくるとは夢にも思っておりましたが、それほど別に大した意味はございませんで、この学会発行の土質試験法と、土質調査法という本がございしますが、どちらに含まれているかによって分類しただけでございます。

三笠正人（大阪市立大学）図-8 のところをちょっと私、さっき説明を聞き落としたのかもしれませんが、広島県の宇品のデータだけ飛び離れておりますが、これについてご説明いただけませんか。

今泉光明（不動建設）現場で調査したのですが、三重県の四日市とか、あるいは名古屋の 11 号埋立て地、大阪府堺、広島県宇品、そういったところでやったわけなんです。整理しておりましたら宇品のやつだけがど

うも飛び離れたところへ集まる結果になったんですが、これについて、そのときの機械の問題とか、あるいは土質試験業者に依頼したのですが、室内試験の問題とか、あるいはそのほか、宇品の埋立て地なんです、特有の土地の問題とか、原因はいろいろあると思うんです。どうも一つだけ離れているということで、あとはネグってでもいいんじゃないかと思ったわけなんです。しかしまあ、一つの現場でかたまっただけ出たということ、ここへ併記したわけなんです、これについては今後もう一度データを慎重に検討してみたいと思います。

それで、こういうことがあると言うことでペネトrometerを現場へ持って行って出てきたデータを従来のいろいろな試験によるキャリブレーションによる結果にポンとあてはめて、そのまま信用して、そのデータを使ってしまうということが、まだ今の段階では危険性があるんじゃないかということだと思っんです。

それで、やはりこれは非常に経済的に数多くやれるものですから、そういう数多くやるという利点があるわけですから、一つの現場でやはり1本あるいは2本のシンオールサンプリングを行なって、たしかに従来の各現場で行なったキャリブレーションにあっているということを確認してから使うべきではないかと考えております。

それから砂の場合ですと、ほとんど今までやった現場では全部とっていいほど $q_c \approx 4N$ という関係式が従来の調査結果で証明されているように思います。

一本英三郎（不動建設）共同発表者ですが、ちょっと付け加えさせていただきたいと思うんですが、三笠先生からご質問のあった点ですが、私どもがこの機械を大々的に使いましたのは大阪府の堺のほうでございまして、資料の数からゆきますと×印のほうが多いわけでございます。宇品のほうは資料的にもそれほどないんですが、特異な点であり、これをあげるべきか迷ったんですが、一応こういう結果も出ているということであげました。ですから、大体でております資料の数から申しますと×印あたりをとっていただいたほうがいいんじゃないかと思っております。

三笠（大阪市立大学）ローカルな宇品とか、大阪とか、四日市とかあげておられますが、どういう土であったかという観点からみますと、なにか少し違った土だったということがございますでしょうか。土性、たとえば液性限界が低い土であったとか、そういうふうなことが。

今泉（不動建設）広島県の宇品の場合なんです、シルト混りの非常にゆるい粘質土だったので、液性限界をとって見た場合、非常に高く、今データを覚えていないんですが、たしかにほかでやった場合の正常の粘土とはちょっと違っていたように記憶しております。

三笠（大阪市立大学）鋭敏比は？

今泉（不動建設）ひどかったように思います。貫入速度なんかの影響なんかじゃないかと思うんですが、くわしい点をもう一度検討してみたいと思います。

三笠（大阪市立大学）これは希望でございますが、大体一般にあちこちの調査データを地域別に区分してデータを載せられることが多いのでございますけれども、土質力学というものが自然科学として成立するためには、あまりローカルのものであっては困るので、地域別に違ったカーブが出るんですと、これはサイエンスにならないだろうと思うんです。やはり、その土の特性、どういう土であるか、どういう液性限界、どういう塑性限界の土であるかと、それからどういう鋭敏比のものであるかというふうな、それぞれの土の特性によって、できるならば分類してカーブを引いていただきたい。そうしないと、われわれはほかでも、どうもこのカーブを利用する方法がございませんので、そういうふうにお願ひしたいと思っいます。

今泉（不動建設）どうもありがとうございました。できるだけそういうふう整理いたしたいわけでございますが、現在私ども実際にやっております、コーンテストそのものを実際に使うということには、非常にまだ問題があるんじゃないかと思っております。私どもは現在大体シンオールサンプリングをとりまして、その間の補助的な意味ということ、それと、それから場所が非常に大きい場合、なかなか土質調査だけするということは経済的にも、時間的にもいきませんので、そういう地層状況を探るということを中心と考えておりますことと、それから絶対的な値を出さなくてはいけないんですけども、その地盤の立場、たとえば地盤改良しましたら、その前後の比較で大体を推定する。それだけでは判断できませんけれども、そういう補助的な意味ということは今主体を考えております。もう少しデータがたくさん集まってまいりましたら、三笠先生のおっしゃいましたような方法で順次出したいとは思っております。

司会者 そのほかになにかご意見はございませんか。

村山 昇（北陸農政局）参考意見になるかと思っいますけども、従来私たちはオランダ型のペネトロなどを何百本か行なってきましたが、一応試験機としての q_0 あるいは q_u との関係を調べますと、関係式がその現場によって違ってることが往々にしてあるもんですから、こういった自動化の装置でやりますとも、図-8のように、ときにはそういった違った曲線の傾向になるということで、あえてこういう高価な自動装置でなくても、従来のオランダ型でやって地域地域でボーリング用のサンプルから比較して関係式を作って、それでやっていっても十分じゃないかと、そういうふうと思われまっすので、

参考までに。

司会者 今のご意見に対して、なにかお答えはございませんか。

藤関（不動建設） 私のほうといたしましては、最初に申し上げましたように、当初のコンポーザ工場の施工に必要でございますので4台開発しておるわけでございます。

司会者 今のご質問とちょっと違っている点があるような気がいたしますのは、価額の比較というよりも、そういった高価な自動化の機械をお作りになるということの意味と私、聞きましたけれども。

藤関（不動建設） それは、やはり最初にいいましたように、機動性を有して多地点でたくさんやらなければならないこと、それと、こういうユニットで機械を製作いたしますと2、3日の訓練で素人でもできるわけですから、そういう点でも非常に有利ではないかと思うわけです。

門田博知（広島大学） 図-5を見ますと、たとえば 160 kg/cm^2 から一番小さいのまで計れるようになっておりますが、今の三笠先生の問題にもございましたように、たとえば q_u が非常に小さいものと、ロードセルをやはりマキシマムの小さいものをお使いになりませんことには精度があまり上がらないんじゃないかと思うのですが、その点、取り替えられまして、こういう一軸圧縮強さとの関係というのをお求めになっているんじゃないでしょうか。

それからもう一つ、さっきから宇品の問題が出まして、実は私、広島におりまして、宇品地区はよく存じておるつもりではおりますが、宇品地区は非常に地盤改良をたくさんやっております関係で、ボーリングをなさいました場合の位置とか、貫入試験をおやりになりました場合のサンドドレーンの近くであったとか、そういういろいろな場所的な位置とかでも、かなり違うんじゃないかということと、もう一つ、おそらく今の説明ですと、大体 LL としては 105~110% の間の LL の土ではないかと想像するわけですが、そうしますと C_c なんかに

しても、ほかの土地とは多少変わっているようでございますので、これだけのデータで、どの程度の信頼度を受けるかどうかはわかりませんが、多少ローカルの意味を含んでいるんじゃないかと、そういうふうに考えております。

今の私の質問の一つの、ロードセルを取り替えてこういうデータをお求めになったものか。あるいは 160 kg/cm^2 それ以上のものを計れるようなロードセルでもってお求めになったのか、ここのところを教えていただきたい。

藤関（不動建設） コーンの断面積から推定されておっしゃられているわけですか。

門田（広島大学） 今の図-5に出しておりますのは、たとえば q_c の 160 kg/cm^2 あるいはどれくらいまでできるのか、マキシマム容量が知りたいわけです。一つは、ロードセルの容量によりまして、たとえばこういうロードセルのようなものはどうしても零点がずれるため、あまり小さい読みになりますと、マイクロ数が小さくなって、はっきりしたデータが得られないんじゃないかと、そういう点をお伺いしているわけです。

今泉（不動建設） 今のご質問ですが、大体2種類用意しております。 2 kg/cm^2 から 200 kg/cm^2 程度まで、それから 1 kg/cm^2 から $120, 130 \text{ kg/cm}^2$ 程度のもの、大体軟弱な所では、あとのものを使っております。それから砂層の多い部分では、先の 2 kg/cm^2 から 200 kg/cm^2 程度のものを使っております。

それで、ミニマムが 1 kg/cm^2 のロードセルといたすのはデータに出てくるのは、その半分ぐらいのものまで、線の太さなんかも入れまして出るわけなんです、いろいろな誤差を入れまして、ほかの実験と比較して 1 kg/cm^2 程度が正確じゃないかと、その程度までは読めるんじゃないかと思っております。

司会者 大体予定の時間がきたようですので、このへんで討論を終わらせていただきたいと思っております。どうもありがとうございました。

※ ※ ※