

委員会報告講演

大型装置による装入炭嵩密度測定試験*

—日本鉄鋼協会石炭成型法委員会報告—

白石 芳雄**・城

博***

Test of the Bulk Density of Coal Charge by the Large Scale Pilot Plant

Yoshio SHIRAISHI and Hiroshi JOH

1. 結 言

昭和40年4月14日から同年12月20日の間、日本鉄鋼協会が中心となり、通産省、石炭協会、鉄鋼9社の協力を得て、八幡製鉄所洞岡コークス工場において“装入炭全量成型法”について共同実験を実施し、これに必要な一連の設備が同工場に残置されていた。

この設備のうち、大型嵩密度測定装置を用いて、装入炭の粒度、水分を変えた場合、装入炭の密度がどう変わるかを試験研究することが、日本鉄鋼協会で行われて再び共同研究が実施されることになった。この研究課題は現在、わが国コークス界で関心が寄せられ、上記の大型嵩密度測定装置による試験結果が、将来コークス炉実操業に有力な指針になるであろうとの見込みである。

この実施は、日本鉄鋼協会の石炭成型法委員会と、八幡製鉄所に組織された装入炭嵩密度試験実施小委員会とが緊密な連絡をとりながら、立案された計画の下に、昨年3月20日から5月末日まで、ほぼ予定通り終了した。

試験作業は日本鉄鋼協会との契約の下に、京阪煉炭工業株式会社が実施した。本報告は、試験実施委員会から石炭成型法委員会に提出された試験研究内容である。

2. 研究経過

2.1 試料

装入炭は、八幡製鉄所洞岡コークス工場のものを採取した。細粒は同工場の装入炭そのままである。採取量は約13 t (実測値12.854 t /dry)である。粗粒も同工場の装入炭であり、この場合は粗炭を多少軽度の条件で破碎した。採取量は約16 t (実測値 16.344 t, dry) である。以上2種の装入炭の工業分析、粒度分布および配合割合を

表1にまとめた。

細粒は3 mm以下 85.7%，粗粒は3 mm以下 75.4%であり、当初の目標に比べると、粗粒の場合はよいが、細粒の場合には少し粗い傾向にある。しかし両者間にはかなりの開きがあり、試験遂行には支障ないので、これで試験を進めることにした。

2.2 主要試験設備

2.2.1 試料の乾燥

装入炭の水分を下げるためには、京阪煉炭工業(株)戸畑コークス製造所にあるロータリドライヤーを使用した。

2.2.2 嵩密度測定

大型嵩密度測定装置についてはすでに報告²⁾されているが、今回の試験の目的が、本装置使用による装入炭嵩密度の測定にあるので、測定要領を簡単に再記する。図1にその装置を載せた。

図に見るとおり、炭化室には側面に12コのサンプリング孔(内径 315φ mm)が設けられている。この孔は反対側の側面に直線に貫通している。炭化室の外側には図に明示してあるように押出機があり、この押出機によつて炭化室内の装入炭は反対側に押出されるようになっているが、この押出機は上記の孔全部に使えるように、上下左右に移動ができる仕組になっている。

試験に際しては、準備された装入炭をウインチで捲上げて、炭化室上部にある2つのホッパーにほぼ一杯に装入する。その後、スライドゲートを開いて装入炭を炭化室に入れる。その後、直ちに装入炭の上面を人力によつてならし孔からならし棒でかきならして水平にする。

次に、押出機を移動させて12コの孔から炭化室の石炭を1, 2, 3の順序に上部から下部に移動して、反対側

* 昭和43年4月本会講演大会にて発表

** 八幡製鉄(株)

*** 八幡製鉄(株)技術研究所

表1 装入炭試料の特性

工業分析, 粒度

項目	工業分析 (%)			粒 度 分 布 (%)								
	灰 分	揮 発 分	固 炭 定 素	>20 mm	20 mm ~10	10 mm ~6	6 mm~3	3 mm ~1.5	1.5 mm ~0.6	0.6 mm ~0.3	mm <0.3	<3 mm
装入炭												
細 粒	7.3	28.8	63.9	0	0.4	1.6	12.3	15.5	23.7	15.2	31.3	85.7
粗 粒	7.5	28.4	64.1	0.2	2.8	6.1	15.5	16.0	21.5	12.8	25.1	75.4

配合割合 (%)

銘柄	M米	L米	ソ連	モウラ	準強	西 北	三 池	筑 豊
区分								
細 粒	12.8	23.8	12.0	5.1	9.9	14.3	3.9	18.2
粗 粒	12.7	23.9	11.8	5.0	10.0	14.3	4.0	18.3

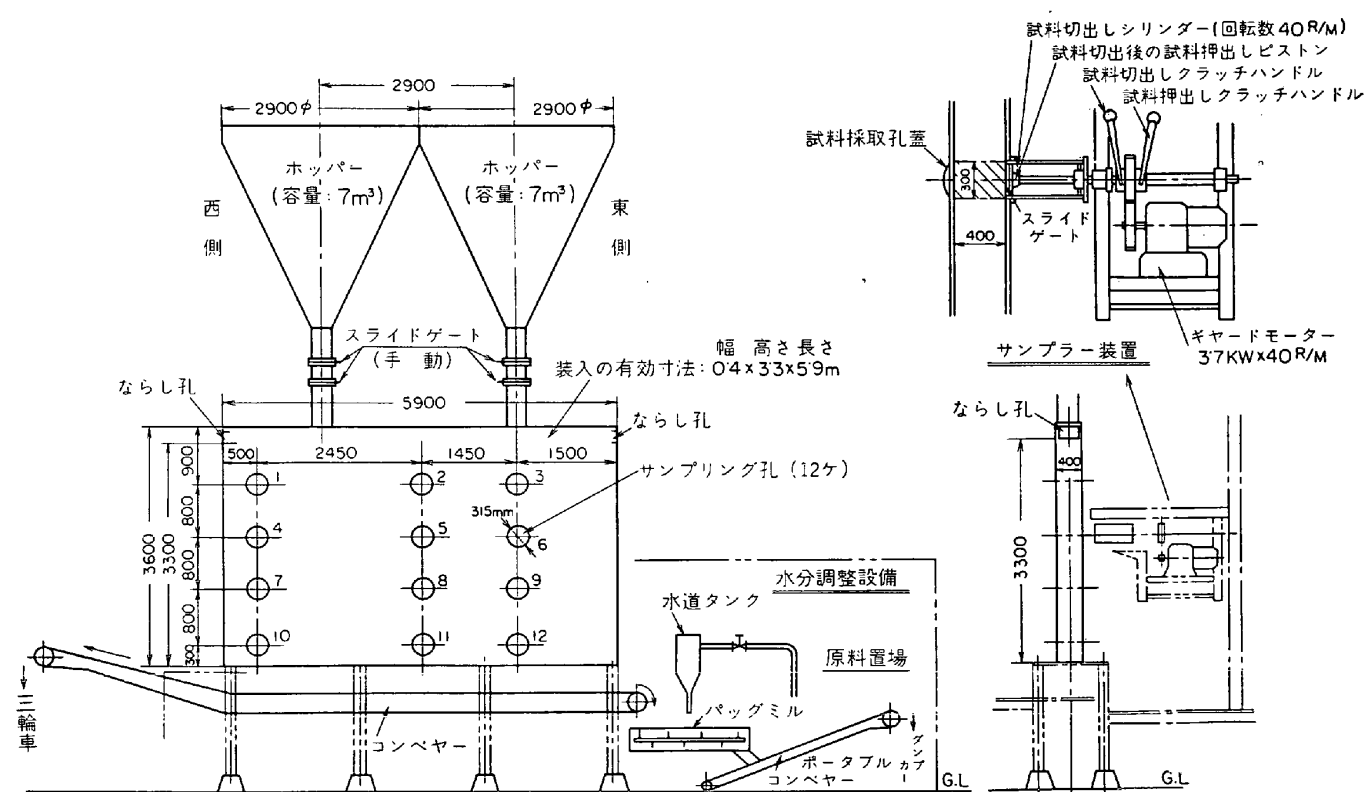


図1 大型嵩密度測定および試料水分調整設備

に押出してこれを箱に受けて秤量し、その重量と炭化室を貫通するシリンダー内に石炭が占める容積とから嵩密度を算出する。

試料の押出要領は、押出機側の炭化室の小孔の蓋を開いて、押出機に設置してある試料切出しシリンダー（先端はノコ切状の刃になっている）の先端を小孔に極力接着させる。この際、小孔の反対側の蓋は開かないでそのまましておく。

次に、シリンダーを室内に前進させると、炭化室にある試料はシリンダーに収まりながら、シリンダーのみ

400 mm 前進する。するとシリンダーの前進は自動的に停止するようになっている。そこでシリンダーはそのままの状態にして置き、上記の閉つている反対側の小孔の蓋を開けて、その蓋の下部に木箱を置きシリンダー内部の試料を押出すためにピストンを押出機で押出す。

こうすると、シリンダーに収まっている石炭は全部木箱に入ってくる。以上の操作を各孔について行なえば、炭化室内における装入密度の位置的变化をも究明することができるわけである。

試験が終了したら、炭化室下部にあるゲートを開いて

試料を全部ベルトコンベヤーに流し、全試料を排出し、これで試験は完了する。ただし、試験の結果、装入炭の水分がおおむね5%以下になると、上記要領で炭化室内試料を採取することができなかつた。それは水分が低下してくると試料が流動しやすくなり、次のような現象が起きたからである。

(1) 小孔の蓋にシリンダーを接着後、小孔の蓋を取脱すると、そこに隙間(約15mm)ができて、そこから試料が外に流れ出る。

(2) 小孔の中にピストンを入れると、シリンダーとピストンとの隙間に試料粉が入り込み、ピストンの運動が不可能になる。

そのため、水分が5%以下の場合には炭化室下部の蓋を開き、図1のゴンベヤーを左の方向に回転させて、三輪車に3回に分けて秤量し、全重量を炭化室の有効内容積(7.8m³)で割り算出した。三輪車で運搬する際には発塵防止のために、試料はビニールでよく覆った。

図1にあるバグミル、水道タンク、ポータブルコンベヤーは試料の水分調整設備であり、これについては次に述べる。

2.2.3 試料の水分調整

試料の水分をどのように調整するかが、1つの問題である。その方策としては次の方法によった。

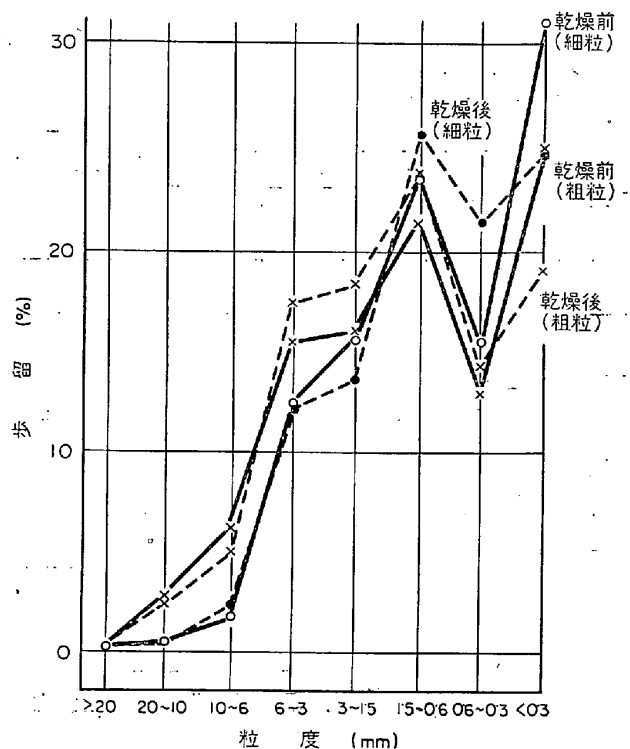


図2 乾燥工程前後における装入炭の粒度構成

実験当時は通常作業の場合においても、装入炭の水分

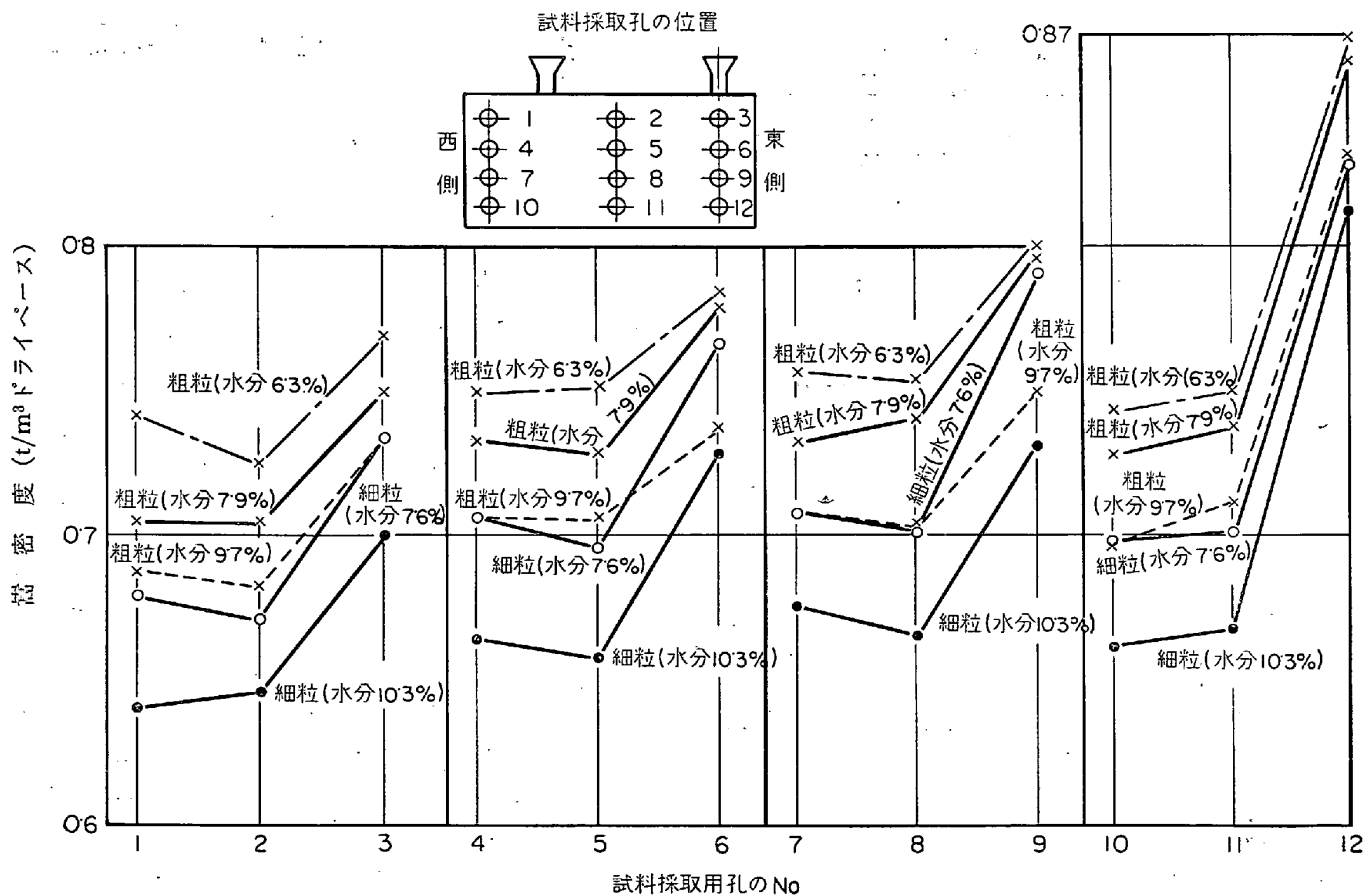


図3 炭化室内横方向の嵩密度

は約 10% であつた。それでこの場合には、そのままの状態では嵩密度を測定し、これを図 1 の炭化室の下部の蓋を開いてコンベヤーに落とし、今度はコンベヤーを右側に回転する。試料は同図のコンベヤーから、パグミル→ポータブルコンベヤーに行き、ここからダンプカーに入れられて京阪煉炭工業㈱の乾燥場に運ばれ、水分 3% 以下に乾燥される。

次に、この乾燥炭を既述の要領で洞岡コークス工場に運ぶ。この乾燥炭について嵩密度を測定した後で、次の試験のために乾燥炭に水分を添加し、試料の水分を調整する必要がある。その設備が図 1 のコンベヤーの右側にある水道タンク、パグミル、ポータブルコンベヤーである。この水道タンク、パグミルは今回の試験のために新設された。すなわち、コンベヤー→パグミルを通過する速度に合わせて、水道タンクからスプレーで試料上に水が添加されて、試料の水分は調整されることになる。

この要領で、試料の水分は嵩密度測定後、3% 以下→3%→5%→6.5%→8% と順次高められて調整されるが、目標水分に収まつた。

2.3 結果

装入炭の水分調整は原則として、乾燥試料に水分を添加することによって行なっている。すなわち、試料調整には装入炭の乾燥処理という工程が含まれている。

装入炭の嵩密度試験実施に当たり、試料の粒度はいかなる状態で行なわれたかは、常に問題になるところであるから、この乾燥工程によつて装入炭の粒度はどう変化したか、まずこれを眺めてみることにする。

図 2 に乾燥工程前後装入炭の粒度構成を整理してみた。これを見れば明らかであるように、装入炭の乾燥前後の粒度構成の差異には次のような特色が見受けられる。乾燥炭では粗粒、細粒の場合とも 0.3 mm 以下という微粒子の部分が相当に減少している。すなわち、微粒子の部分は乾燥工程において相当に逃げているとみなされる。

2.3.1 炭化室内横方向の嵩密度の動向

装入炭の粒度、水分によつては嵩密度が炭化室の横方向ではどう変わるかを図 3 にまとめた。これは炭化室内で位置別に測定可能であつた装入炭水分が 6.3% 以上の場合についての結果のみである。総体的に装入炭の粒度が粗くなり、水分が低くなるほど、嵩密度は大になる傾向にあり、これはこれまでの一般常識と別に変わるところはない。

炭化室の横方向における動きとして特に目につくのはホッパーから炭化室への装入口直下において、嵩密度が他の位置に比べて異常に高いことである。これは装入方法と装入密度との間には一定の関係が存在し、これを基準にして検討すれば、現在の通常作業においても、なお改善の余地があることを示唆している。

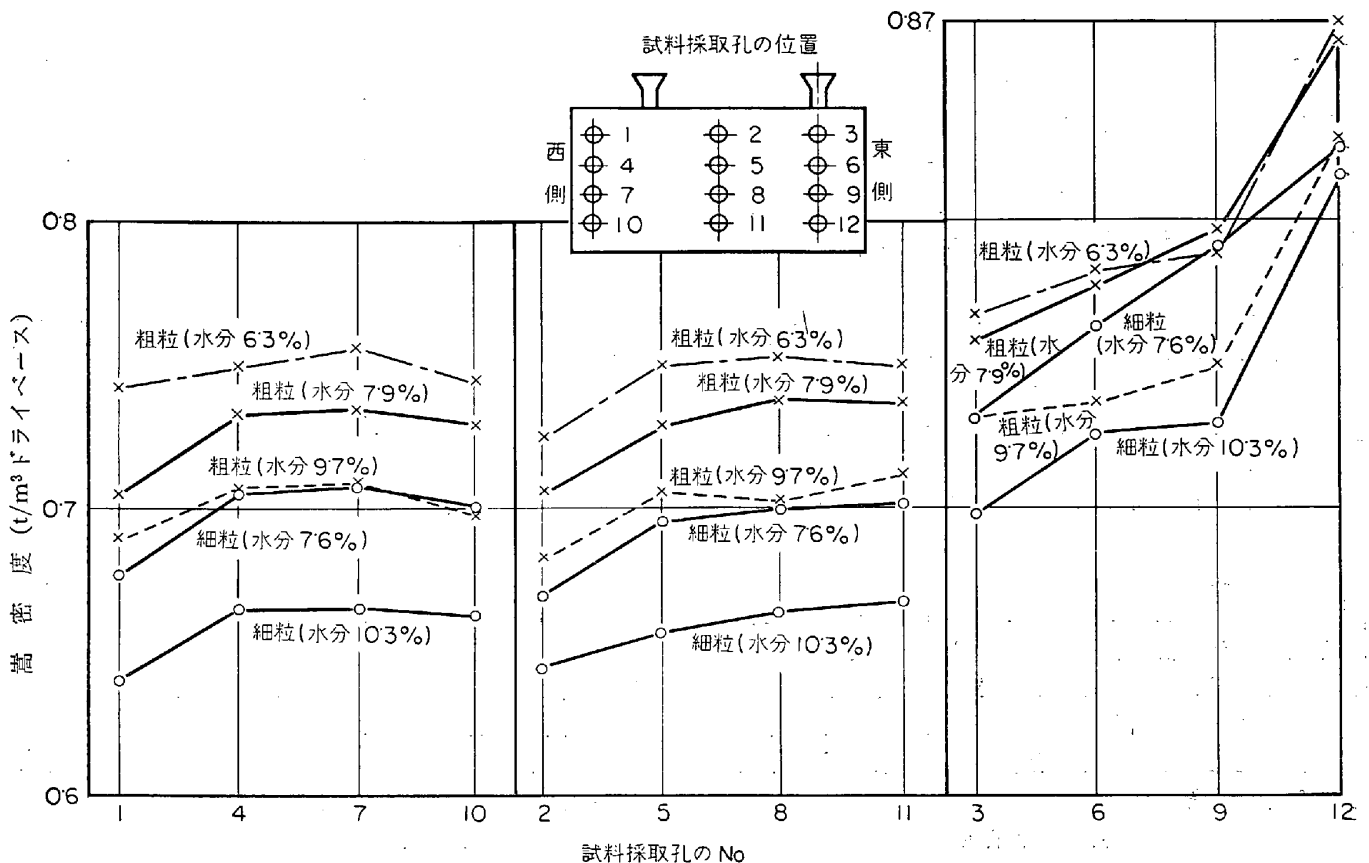


図 4 炭化室内縦方向の嵩密度

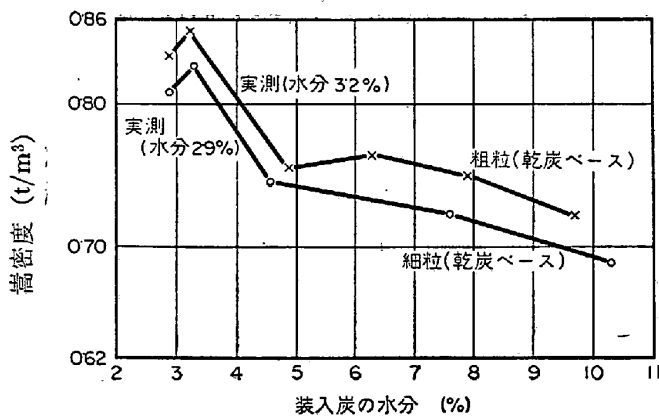


図 5 装入炭の粒度，水分による嵩密度の一般動向

2.3.2 炭化室内縦方向の嵩密度の動向

同様の要領で炭化室縦方向にある嵩密度の動向を図 4 に掲げた。

2.3.3 粒度，水分による嵩密度の一般動向

炭化室内における横および縦の方向における嵩密度の動向をひととおり述べた。今度は縦横の方向の区別なく装入炭の水分を平均して，装入炭の粒度別に水分と嵩密度との関係を吟味し，これを図 5 に示した。

これを見ても，一般常識のごとく，装入炭は粗いほどまた，水分は小であるにつれて，嵩密度は増大する傾向にある。ただし，次の 2 点は若干検討を要する。

- (1) 装入炭水分 5%前後で嵩密度が低下している。
- (2) 水分 3%以下の場合が，水分 3%のときより，嵩密度が小になつてゐる。

以上の 2 点については後で考察する。

2.3.4 装入炭の粒度偏析

水分 10% の試料を対象にして，炭化室内における試料の位置別粒度偏析を調査した。これらの結果から次のことが一応いえる。その結果を概括すると次の点が認められた。

- (1) 横方向においては，炭化室への装入口直下において，炭化室底部に行くほど，3 mm以上の粗い部分が少なくなる傾向が認められる
- (2) 炭化室の 2 つの装入口の中間部に，粗い粒子が集積する徴候がある。
- (3) 炭化室の縦方向には別にたいした粒度偏析はない。

2.3.5 発塵状況

石炭の水分を低下させたとき，乾燥炭取扱中の発塵状況を調査した。装入炭の水分が 6.3% のときは通常の湿炭の場合と同様にこれを取扱うさいに，全く発塵しなかつた。写真観察の結果によれば，水分 5% のときも多少の発塵は見受けられるも，発塵がない限度は 6% と見るのが妥当であろう。

2.3.6 処理工程と試料の重量減

乾燥炭処理工程においては重量減が約 12% 認められ

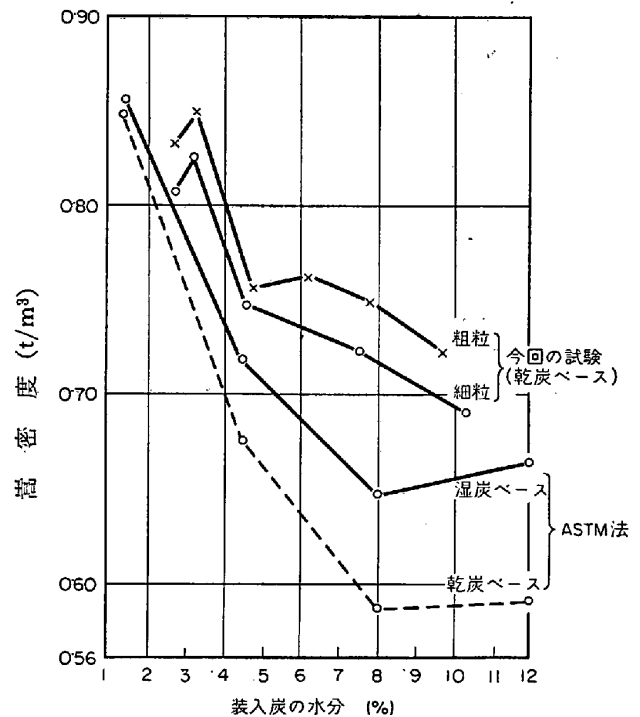


図 6 粒度別についての水分と密度との関係

たが，他の作業過程においてはあまり損失がなかつた。

3. 考 察

今回の試験では，装入炭の水分と嵩密度との関係について，従来の傾向と異なる次の 2 点が存在することを指摘したが，これらの問題点について若干の考察を試みる。

(1) 装入炭水分 5%前後で嵩密度が低下する原因

装入炭の水分と嵩密度についての図 5 の結果と，これまでの実験室的方法による結果を引用⁹⁾し，図 6 に併記した。

この図から明らかであるように，実験室的の試験結果では，装入炭の水分が減少するにつれて嵩密度は連続的に増加している。しかし，今回の試験では，水分 5%前後で嵩密度が一度若干低下している。この原因を考えてみるに，水分 6.5%以上の試料では，嵩密度測定にさいして試料はシリンダー内で多少圧縮される状態で試験が行なわれている。

これに対して，それ以下の低水分のときは（炭化室内試料の重量）/（炭化室有効内容積）の比で嵩密度の測定が行なわれている。すなわち，両者の間では試験自体が明確に相違している。水分 5%前後に嵩密度曲線に断層を生じた主因は試験法の相異によると，一応考えられる。

(2) 試料水分 3%以下の場合が，水分 3%のときより嵩密度が小になつてゐる原因。

水分 3%のときの試料の実測水分は 3.2%であり，水分 3%以下のときの実測水分は 2.9%であり，その差は

わずかに0.3%である。このように、2つの場合は水分が非常に近似した状態で嵩密度が測定されているので、その測定値の間にもあまり差がない。これは一応了解される。

しかし、問題の粒度構成が同じで、水分の低いときが水分が若干高い場合より嵩密度が小になっている点である。この原因は明確にはわからないが、水分3%以下のときとで、試料の粒度構成が果たして全く同じと見てよいか、可能性としては、水分3%の場合は水分3%以下のときより微粒子が減少しているはずである。これが上記のような現象の起こる原因となりうるのではないかと推定される。

4. 結 論

大型嵩密度試験装置を使用して、コークス工場(洞岡)の装入炭を対象にし、その粒度、水分を変えて嵩密度測定を行ない、次の結論を得た。

(1) 装入炭の水分が減少し、かつ、粒度が大になるほど、大勢として嵩密度は大になる。この傾向は従来のこの種の試験結果と同様であるが、今回の試験ではこの傾向に次の2つの特異点が存在した。

1) 嵩密度曲線は装入炭水分が小になるにつれて連続的に上昇するが、装入炭水分5%前後で嵩密度が一時低下し、曲線に断層を生じた。

2) 水分3%以下の場合が、水分3%のときより嵩密度が小になり、これまでと逆の結果が認められた。

(2) 大型嵩密度試験装置の炭化室内における試料石炭について、次の点が明らかになった。

1) 炭化室の横方向においては、装入口直下に試料石炭の3 mm以上の粗い部分が少なくなり、2つの装入口の中間部にこの粗い部分が集まる傾向にある。

2) 炭化室の縦方向には格別の粒度偏析はない。

(3) 石炭を乾燥すると発塵の心配がある。作業状況の写真判定から、発塵について心配ない石炭水分の限界

は6%である。

(4) 試料石炭が乾燥、運搬、実験などの処理工程でどれだけ粉失するかを石炭の使用前後の総量から調査した。その結果は使用前 29.198 t のものが 25.667 t まで相当に減少することが見受けられた。

これにより、石炭を乾燥使用するにさいしては、石炭の損失防止については特に意を用う必要がある。

(5) 試料石炭水分と嵩密度との関係において認められた特異の点について考察した。

1) 装入炭水分5%前後で嵩密度が低下する原因

装入炭水分6.5%前後では、次のとおり嵩密度測定法自体が相違している。すなわち、水分6.5%以上の場合には嵩密度は試料が圧縮される状態で測定されている。

これに対して水分5%以下では、試料は別に圧縮された状態では嵩密度は測定されていない。この嵩密度測定法自体の相違が、上記曲線における断層の主因と推定される。

2) 試料水分3%以下の場合が、水分3%のときより嵩密度が小となる原因

明確にはわからないが、水分3%と水分3%以下とでは、実測水分の差はわずかに0.3%で、非常に僅少である。水分3%以下のときより水分3%のときが、実験上、微粒子が粉失する機会があり、両者の場合の粒度構成が同じであるとはみなし難い。この粒度構成の多少の変動によつてこのような現象も今回の試験では一応ありうると考えた。

文 献

- 1) 2) 日本鉄鋼協会国内炭活用製鉄用コークス製造試験委員会、日本鉄鋼協会国内炭活用製鉄用コークス製造実施委員会：燃協誌，45 (1966) 472, p. 543~561
- 3) 城 博，井田四郎，金森捷晃：鉄と鋼，49 (1963) 3, p. 384~386