

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C21C 7/068 (2006.01)

C21C 7/064 (2006.01)

C21C 7/10 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00801475.2

[45] 授权公告日 2007 年 5 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1316045C

[22] 申请日 2000.5.12 [21] 申请号 00801475.2

[30] 优先权

[32] 1999. 6. 16 [33] JP [31] 169706/99

[32] 1999. 7. 29 [33] JP [31] 215205/99

[86] 国际申请 PCT/JP2000/003075 2000. 5. 12

[87] 国际公布 WO2000/077264 日 2000. 12. 21

[85] 进入国家阶段日期 2001. 3. 21

[73] 专利权人 新日本制铁株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 国武意智 大村典生 阪井航

务川进 今井正

[56] 参考文献

CN 1212022A 1999. 3. 24

JP 04 - 285111A 1992. 10. 9

JP 8 - 109411A 1996. 4. 30

JP 9 - 287017A 1997. 11. 4

JP11 - 61237A 1999. 3. 5

审查员 王 好

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 段承恩

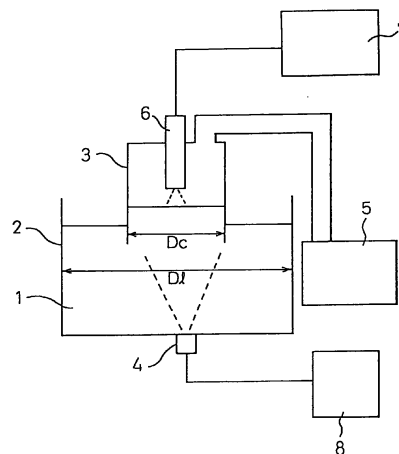
权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 5 页

[54] 发明名称

钢水的精炼方法及精炼装置

[57] 摘要

一种钢水精炼方法，其中将具有喷枪的筒状浸渍管下端的开口部分，浸渍在容纳于盛钢桶内的钢水中，将所说的筒状浸渍管内压力调整到规定范围内使钢水上吸，同时自盛钢桶底部朝上吸的钢水表面喷吹搅拌用气体，于减压下进行脱碳精炼，其特征在于调整筒状浸渍管内的压力 P_t (兆)，使之满足下式(1)和(2)，同时通过所说的喷枪向钢水表面喷吹氧气，于减压下进行脱碳精炼。 $P_t > 760 - 1.297 \times 10^7 / D_c^2 \dots (1)$ $K = 1.71 \times D_l^{0.211} \times D_c^{0.438} \times W_m^{-1.124} \times Q_g^{0.519} \times P_t^{-0.410} > 0.046 \dots (2)$ 式中， K ：与脱碳反应有关的容量系数 K (升/分钟)； D_l ：盛钢桶内径(厘米)； D_c ：与筒状浸渍管圆相当的直径(厘米)； W_m ：平均一次处理的钢水质量(吨)； Q_g ：搅拌用气体的吹入量(Nm^3 /小时)。



1. 一种钢水精炼方法，其中将具有喷枪的筒状浸渍管下端的开口部分浸渍在容纳在内径按与其圆相当的直径为 300 厘米以上的盛钢桶内的钢水中，将所说的筒状浸渍管内压力调整到 100~500 毛的范围内使钢水上吸，同时自盛钢桶底部朝上吸的钢水表面喷吹搅拌用气体，于减压下进行脱碳精炼，其特征在于

调整内径为 80~200 厘米的筒状浸渍管内的压力 P_t (毛)，使之满足下式 (1) 和 (2)，同时

通过所说的喷枪向钢水表面喷吹氧气，于减压下进行脱碳精炼；

$$P_t > 760 - 1.297 \times 10^7 / D_c^2 \quad \dots (1)$$

$$K = 1.71 \times D_1^{0.211} \times D_c^{0.438} \times W_m^{-1.124} \times Q_g^{0.519} \times P_t^{-0.410} > 0.046 \quad \dots (2)$$

式中，K：与脱碳反应有关的容量系数 K (升/分钟)

D_1 ：盛钢桶内径 (厘米)

D_c ：与筒状浸渍管圆相当的直径 (厘米)

W_m ：平均一次处理的钢水质量 (吨)

Q_g ：搅拌用气体的吹入量 (Nm^3 /小时)。

2. 按照权利要求 1 所述的钢水精炼方法，其特征在于将碳浓度比最终目标碳浓度 0.02~0.06 质量%高 0.03~0.06 质量%的钢水，装在盛钢桶内，于减压下进行脱碳精炼。

钢水的精炼方法及精炼装置

技术领域

本发明涉及低成本高效精炼钢水的方法，具体讲本发明涉及低成本下钢水高效脱碳、脱硫或脱磷的方法以及实施该方法用精炼装置。

背景技术

最近，随着钢材使用环境的严格化，对钢材特性的要求逐年提高。此外从钢材被社会广泛利用来看，还要求钢材价格低廉。因此，为制造有所需特性的钢材，要求钢精炼过程中能将磷、硫、碳或氢之类的多数杂质元素降低到最低限度，同时低价炼钢也很重要。这种情况下，阐明精炼反应的物理化学原理和原则，进而开发出符合该原理的高效精炼方法和精炼装置就显得很重要了。

过去炼钢时，杂质是在尽可能容易除去的状况下被除去的，人们为此专注于和广泛采用数个工序精炼的分步精炼法。例如曾经广泛采用的工艺方法，是将仅在转炉中进行的脱磷处理和脱碳处理，分割成铁水阶段脱磷处理和转炉中脱碳处理的铁水处理法。

在转炉中进行脱碳处理时，向钢水吹氧将碳氧化而除去（氧化精炼），所以钢水中吸收氧是不可避免的。

特别在制造碳浓度小于0.1%低碳钢的场合下，钢水中氧浓度增高，例如碳浓度达到0.04%停炉时，钢水中会含有0.05%左右氧。钢水中碳浓度和氧浓度之间大致具有反比关系，所以停炉时如果碳浓度低，则碳浓度降低的过程中氧浓度升高。

尤其是汽车外用钢板，大量使用加工性能极好、碳含量极低的炭素钢，制造这种碳含量极低的炭素钢时，必须使碳浓度降低到30ppm以下的水平，因此转炉脱碳后进行二次精炼时，利用减压精炼进行脱碳处理。

在连铸法普及的现在，为防止铸造时生成的 CO 产生气孔和跑钢现象，必须向钢水中添加以 Al 为代表的脱氧剂，使钢水中吸收的氧最终以氧化物形式上浮分离，但是钢材中一旦混入脱氧剂，就会成为裂纹和电镀缺陷产生的原因，因而不是理想的。

此外，低碳钢往往用作加工严格的冲压材料，此情况下钢材中残存的脱氧剂容易作为夹杂物性缺陷出现。因此，开发出一种能够制造低氧浓度低碳钢的工艺方法就很重要。

在此观点下，一种使钢水中氧与钢水中碳以 CO 气体形式除去的碳脱氧法广为人知。于是这种场合下，为使脱碳反应有效进行，通常可以采用带有大型真空排气装置的真空脱气设备（例如，RH 真空脱气设备）。

例如，作为连铸用 Al 镇静钢钢水的制造方法，在特开昭 53-16314 号公报上记载了一种脱氧前进行脱气的方法，即使用真空脱气设备进行真空脱气，使转炉停炉时碳浓度达到 0.05% 以上。此法根据脱碳状况将真空槽内压力控制在 10~300 毛范围内。此外，特开平 6-116626 号公报上记载了一种溅疤少的脱碳方法，即将单一直筒状浸渍管，浸渍在转炉精炼后碳浓度达到 0.1~1.0% 的处于盛钢桶内的钢水中，在 100 毛以上压力下，使惰性气体与氧混合，用这种方法进行脱碳。

然而，特开昭 53-16314 和特开平 6-116626 号公报上记载的方法，均使用所谓大型减压精炼装置进行操作。特开昭 53-16314 号公报记载的方法中，需要减压到 10 毛左右，所以必须用蒸气喷射器等大型真空脱气设备，而特开平 6-116626 号公报上记载的方法中，需要在氧气中混合惰性气体脱碳，若使用廉价氮气，由于氮气的吸收对时效特性产生不利影响，所以不得不使用昂贵的氩气。

另一方面，目前广泛采用真空脱气装置，对碳含量极低的低炭素钢进行脱碳处理和脱氢处理。而制造低炭素钢用装置，是原来用于 1 毛以下高真空下脱气使用的。因此，像 RH 真空脱气装置（以下有时称为“RH 精炼装置”）之类高真空精炼装置，真空槽的高度和直径都非常大，而且应排气的体积也很大，所以耐火材料单耗及排气所需喷射器用蒸气等利用成本增高，结果使精炼成本上升。

此外，为了使低碳素钢进行碳脱氧，设置这种大型减压精炼装置设备费高，不经济。而且高减压精炼装置，虽然可以用于例如碳浓度小于30ppm 极低炭素钢的制造，但是这种场合下与制造碳浓度0.04%左右的极低炭素钢时相比，处理碳浓度高得多的钢水时，附着在真空槽内部含有高浓度碳的粗金属锭将再溶解，变成极低炭素钢精炼时的一种碳污染源。其结果导致脱碳处理时间延长，或者产生不能脱碳的问题。在RH精炼装置中，虽然可以采用设置LPG燃烧器等作为熔解除去这种金属的对策，但是如果采用这种对策，需要增大相应的多余设备费用和处理成本等。

就钢水脱硫处理而言，一般可以将钢水脱硫分为在铁水阶段铁水脱硫和在钢水阶段钢水脱硫。因此，随着近年来对钢材使用环境的逐渐严格化，对钢提出的高纯化要求也逐年增加，其结果仅靠铁水脱硫不能满足需要，钢水脱硫也成为必须的一个工艺步骤。尤其是需要开发出一种能够制造硫浓度小于10ppm的极低硫钢材的有效脱硫方法以及实施该方法所需脱硫装置。

为适应这种要求，例如特开昭58-37112号公报上公开的方法，是将设置有粉末吹入喷枪的浸渍管（RH精炼装置中的上升管）浸渍在盛钢桶内钢水中，并向此浸渍管同时喷射载气和脱硫剂。

此方法虽然可以使钢水中硫浓度降低到10ppm以下，但是像RH精炼装置那样的真空脱气装置中，设有保持1托左右高真空度所需的巨大排气装置，使用这种真空脱气装置处理时，蒸气及电力等运行成本加大。而且真空脱气槽本身，还不得不设置一种与处理中溅疤具有相应高度的巨大真空脱气槽，因而使耐火材料成本也增高。

另一方面，在LF等盛钢桶精炼容器中进行脱硫时，与RH方式脱硫处理一样，虽然可以使钢水中硫浓度降低到10ppm以下，但是却存在因运行成本上升和处理时间延长而导致生产率降低的问题。

此外，有人提出将设有粉末喷枪的浸渍管浸渍在盛钢桶内钢水中，通入载气和同时喷吹脱硫剂而脱硫的方法。与RH方式的脱硫处理相比，此方法的运行成本虽低，但是浮在钢水表面上没有脱硫能力的炉渣，在

搅拌下能促进二次增硫，因此很难稳定地熔制出硫浓度小于 10ppm 的含硫极低的钢材。

其次就钢水脱磷处理而言，钢水脱磷的传统方法，例如特开昭 62-205221 号公报中记载的脱气和脱磷方法。该方法的特征在于，通过设置在真空脱气槽下部的粉末喷吹风口，向含有 100~800ppm 游离氧的钢水喷吹粉末脱磷剂。但是此方法的缺点是，就真空脱气设备的特性而言，脱磷反应与脱碳反应同时产生，但脱碳反应优先进行，结果使脱磷反应速度降低。

针对这样的课题，特开平 2-122013 号公报记载了一种脱气和脱磷方法。该方法的特征在于，脱气和脱磷处理时，按照钢水中碳浓度水平控制脱气槽内真空度。这种方法就 RH 真空脱气设备特性而言，可以对钢水进行处理的真空度控制范围一般小于 150 托，在此水平真空度下，该方法中的脱碳反应依然优先进行。因此与上述特开昭 62-205221 号公报中记载的方法相比，此方法的脱磷反应虽好，但是却不能获得足够的脱磷反应速度，而且在上述程度的真空度下处理低碳素钢时，碳浓度与制品规格中规定的相比过低，所以脱磷处理后必须追加投入碳质合金，从而使合金成本提高以及处理时间延长等。此外，该方法根据钢水中碳浓度水平控制真空度，盛钢桶内钢水表面的摇动大，妨碍操作。

特开昭 62-205221 和特开平 2-122013 号公报中记载的方法，是使用 RH 真空脱气设备那样的巨大真空脱气槽的处理方法，有蒸气和电力等运行成本增高的问题；而且必须使用一种具有与处理中激烈的溅疤相应的充分高度的真空脱气槽，因而使设备所需耐火材料的成本也增高。

发明的公开

本发明为了解决上述已有脱碳处理中存在的问题，目的在于提供一种能够有效和廉价熔制低碳素钢的精炼方法和精炼装置，其要点如下 (1)~(3) 中所述。

(1) 一种钢水精炼方法，其中将具有喷枪的筒状浸渍管下端的开

口部分，浸渍在容纳在盛钢桶内的钢水中，将所说的筒状浸渍管内压力调整到规定范围内使钢水上吸，同时自盛钢桶底部朝上吸的钢水表面喷吹搅拌用气体，于减压下进行脱碳精炼，其特征在于：

将筒状浸渍管内的压力 P_t (七) 调整得满足下式 (1) 和 (2)，同时通过上述喷枪向钢水表面喷吹氧气，于减压下进行脱碳精炼。

$$P_t > 760 - 1.297 \times 10^7 / D_c^2 \quad \dots (1)$$

$$K = 1.71 \times D_1^{0.211} \times D_c^{0.438} \times W_m^{-1.124} \times Q_g^{0.519} \times P_t^{-0.410} > 0.046 \quad \dots (2)$$

式中，K：与脱碳反应有关的容量系数 K (升/分钟)

D_1 ：盛钢桶内径 (厘米)

D_c ：与筒状浸渍管圆相当的直径 (厘米)

W_m ：平均一次处理的钢水质量 (吨)

Q_g ：搅拌用气体的喷吹量 (Nm^3 /小时)。

(2) 按照权利要求 1 所述的钢水精炼方法，其特征在于其中将碳浓度比最终目标碳浓度 0.02~0.06 质量%高 0.03~0.06 质量%的钢水，注入盛钢桶内，于减压下进行脱碳精炼。

(3) 一种钢水精炼装置，其中所说的装置在容纳钢水的盛钢桶上方，自由升降地设置下端开口部分浸渍在所说的钢水中的筒状浸渍管，使钢水上吸到所说的筒状浸渍管内部，于减压下进行钢水脱碳精炼的精炼装置，其特征在于

在筒状浸渍管的上部，设置向钢水表面喷吹氧气的喷枪，同时

在筒状浸渍管的上部或侧部，设置能够将筒状浸渍管内压力 P_t (七) 调整得满足下式 (1) 和 (2) 的压力调整手段，以及

在盛钢桶的底部一定位置处，设置搅拌用的气体的喷吹手段，使所说的气体能够通过筒状浸渍管内的钢水表面。

$$P_t > 760 - 1.297 \times 10^7 / D_c^2 \quad \dots (1)$$

$$K = 1.71 \times D_1^{0.211} \times D_c^{0.438} \times W_m^{-1.124} \times Q_g^{0.519} \times P_t^{-0.410} > 0.046 \quad \dots (2)$$

式中，K：与脱碳反应有关的容量系数 K (升/分钟)

D1: 盛钢桶内径 (厘米)

Dc: 与筒状浸渍管圆相当的直径 (厘米)

Wm: 平均一次处理的钢水质量 (吨)

Qg: 搅拌用气体的喷吹量 ($\text{Nm}^3/\text{小时}$)。

此外, 本发明为了解决上述已有脱硫处理中的问题, 目的在于提供一种能够高效廉价地进行钢水脱硫的钢水精炼方法, 其要点, 如下(4)中所述。

(4) 一种钢水精炼方法, 其中将具有喷枪的筒状浸渍管的下端开口部分, 浸渍在盛钢桶内容纳的钢水中, 将所说的筒状浸渍管内压力调整到规定范围内使钢水上吸, 同时自盛钢桶底部朝上吸的钢水表面喷吹搅拌用气体, 减压下进行脱硫精炼, 其特征在于,

将筒状浸渍管内的压力调整到 100~500 毛, 而且

将搅拌用气体的喷吹量调整到 0.6~3.0 $\text{Nm}^3/\text{分钟}\cdot\text{吨}$, 同时

通过所说的喷枪向钢水表面同时喷吹载气和脱硫用粉末,

在减压下进行脱硫精炼。

此外, 本发明为了解决上述的已有脱磷处理中的问题, 目的在于提供一种能够有效而廉价地进行钢水脱磷的低碳钢水精炼方法, 其要点如下(5)中所述。

(5) 一种钢水精炼方法, 其中将具有喷枪的筒状浸渍管的下端开口部分, 浸渍在盛钢桶内容纳的钢水中, 将所说的筒状浸渍管内压力调整到规定范围内使钢水上吸, 同时自盛钢桶底部朝上吸的钢水表面喷吹搅拌用气体, 于减压下进行脱磷精炼, 其特征在于,

将筒状浸渍管内的压力调整到 300~500 毛, 而且

将搅拌用气体喷吹量调整到 0.6~3.0 $\text{Nm}^3/\text{分钟}\cdot\text{吨}$,

再将钢水中游离氧调整到 300ppm 以上, 同时

通过所说的喷枪向钢水表面同时喷吹载气和脱磷用粉末,

在减压下进行脱磷精炼。

而且本发明目的还在于提供一种实施本发明脱硫处理或脱磷处理用精炼装置, 其要点如下(6)中所述。

(6) 一种钢水精炼装置, 其中所说的装置是在容纳钢水的盛钢桶上方, 自由升降地设置下端开口部分浸渍在所說的钢水中的筒状浸渍管, 使钢水上吸到所說的筒状浸渍管内部, 于减压下进行脱硫精炼或脱磷精炼的钢水精炼装置, 其特征在于:

设置高度 3500 ~ 7500 毫米、直径与盛钢桶直径比为 0.25 ~ 0.5 的筒状浸渍管,

在筒状浸渍管的上部, 设置向钢水表面同时喷吹载气和脱硫用粉末或脱磷用粉末的喷枪, 同时

在筒状浸渍管的上部或侧部, 设置将筒状浸渍管内压力调整到 100 ~ 500 毛的压力调整手段, 以及

在盛钢桶底部一定位置处设置搅拌用气体喷吹手段, 使所說的气体能够通过筒状浸渍管内的钢水表面。

附图的简要说明

附图 1 是表示实施本发明方法用装置实例的示意图。

附图 2 是表示当与筒状浸渍管圆相当的内径为 80 厘米时, 筒状浸渍管内的压力 P_t 与搅拌用气体喷吹量 Q_g 之间关系的图解。

附图 3 是表示当与筒状浸渍管圆相当的内径为 150 厘米时, 筒状浸渍管内的压力 P_t 与搅拌用气体喷吹量 Q_g 之间关系的图解。

附图 4 是表示当与筒状浸渍管圆相当的内径为 200 厘米时, 筒状浸渍管内的压力 P_t 与搅拌用气体喷吹量 Q_g 之间关系的图解。

附图 5 表示筒状浸渍管内的压力 P_t 与钢水上吸量 W_c 之间关系的图解。

实施发明的最佳方式

(1) 参照附图说明涉及脱碳处理的本发明精炼方法以及精炼装置的优选实施方式。

附图 1 是表示减压下精炼钢水的精炼装置示意图。图中, 1 是容纳在盛钢桶 2 内的钢水, 3 是在盛钢桶上方设置的自由升降的筒状浸渍管,

使其下端开口部分浸渍在盛钢桶 2 内钢水 1 中，4 是设置在盛钢桶 2 底部的喷吹钢水搅拌用气体的风口，5 是真空度调整装置，用作将筒状浸渍管 3 内压力调整到规定值的压力调整手段，6 是向筒状浸渍管 3 内钢水 1 的表面喷吹气体用，或者喷吹含有所需粉末的气体用，或者粉末喷吹用喷枪。在附图 1 所示的精炼装置中，进行脱碳处理的场合下，自下端浸渍在盛钢桶 2 内钢水 1 中的筒状浸渍管 3 的上方，通过气体喷吹用喷枪 6，自脱碳用气体供给源 7 喷吹脱碳用气体，另一方面自盛钢桶 2 底部，由搅拌用气体供给源 8 喷吹钢水搅拌用气体，以此方式进行钢水 1 的脱碳精炼。

本发明人等在试验室试验和工厂试验中，在改变钢水量、筒状浸渍管内径、筒状浸渍管内压力、气体喷吹量和盛钢桶内径的条件下，同时通过设置在筒状浸渍管内的气体喷吹用喷枪 6，自脱碳用气体供给源 7 喷吹适量氧，同时底吹自搅拌用气体供给源 8 供给的钢水搅拌用底吹气体，一边搅拌钢水，一边进行脱碳，进行了各种试验，获得了附图 2、附图 3、附图 4 所示的结果。也就是说，附图 2~4 表示，在钢水量约 300 吨的场合下，由碳浓度 0.1 质量%、氧浓度 0.033 质量%的初始条件进行脱碳处理，10 分钟内（不降低生产率程度的时间）能够达到最终目标碳浓度为 0.04% 的指标。

由这些结果得到了表示下式（3）定义的脱碳反应速度的容量系数 K （升/分钟），与处理钢水量 W_m 、盛钢桶内径 D_1 （厘米）、与筒状浸渍管圆相当的内径 D_c （厘米）、搅拌用气体喷吹量 Q_g （ Nm^3 /小时）、筒状浸渍管内压力 P_t （毛）之间关系的下述关系式（2）。

$$K = 1.71 \times D_1^{0.211} \times D_c^{0.438} \times W_m^{-1.124} \times Q_g^{0.519} \times P_t^{0.410} > 0.046 \quad \dots (2)$$

式中， K ：与脱碳反应有关的容量系数 K （升/分钟）

D_1 ：盛钢桶内径（厘米）

D_c ：与筒状浸渍管圆相当的直径（厘米）

W_m ：平均一次处理的钢水质量（吨）

Q_g ：搅拌用气体的喷吹量（ Nm^3 /小时）。

$$K = \ln ([\%C]_i / [\%C]_r) / t \quad \dots (3)$$

式中, $[\%C]_i$: 处理前碳浓度 (%)

$[\%C]_r$: 处理后碳浓度 (%)

t : 处理时间 (分钟)。

为了使脱碳反应进行, 氧与钢水的搅拌将成为必需的, 简单的方法是利用设置在筒状浸渍管 3 内的喷吹气体用喷枪 6, 向筒状浸渍管 3 内的钢水表面喷吹氧, 而且从反应上来看也是所希望的。其理由是, 在筒状浸渍管 3 内钢水的表面上, 吹入气体的气泡急剧膨胀之处, 是被搅拌最为强烈的区域, 向此处供给氧时可以获得高的脱碳效率。

但是, 过量氧的供给由于会导致钢水中氧浓度上升, 所以应当在不会上升的范围内适当确定最佳值。而且, 虽然底吹气体量越多越好, 但是过多喷吹气体时将导致喷嘴和多孔砖溶损, 所以应当根据处理的钢水量、筒状浸渍管直径、盛钢桶直径和设定的压力等适当确定。

更具体讲, 选择以下数值是理想的。

(i) 一次处理的钢水量: 350 吨以下。

这是因为一旦超过 350 吨, 与反应界面相比钢水量过多, 短时间内很难完成脱碳反应的缘故。而且, 当钢水量过多时, 需要长时间脱碳, 钢水温度的降低量增大, 招致转炉出钢温度上升, 因而使需要修补耐火材料等的费用提高。

(ii) 盛钢桶内径: 按与其圆相当的直径计算大于 300 厘米。

盛钢桶直径减小, 脱碳反应速度将会产生一些降低。这是因为由于盛钢桶内钢水的深度增大, 吹入气体的气泡所受到的静压加大, 使吹入气体与钢水之间的脱碳反应速度减小的缘故。为弥补这一点而增大搅拌气体用量时, 不仅使气体消耗成本增加, 而且还会导致喷吹气体用风口和多孔耐火材料溶损。此外, 若不补救, 则与上述 (i) 同样, 使脱碳时间延长, 导致转炉出钢温度上升, 同样使修补耐火材料的费用提高。

(iii) 筒状浸渍管内压力大于 100 兆, 小于 500 兆。

降低筒状浸渍管内压力虽然对确保脱碳反应速度有利, 但是溅疤飞散的高度增加, 其结果像传统 RH 精炼装置那样 7 米以上的大型精炼装

置就成为必需。另一方面，上述浸渍管内压力一旦超过 500 毛，脱碳所需的气体吹入量增加，不仅加大气体消耗成本，而且还导致喷吹气体用风口和多孔耐火材料的溶损。此外，不增加搅拌气体用量的场合下，则与上述 (i) 同样，脱碳时间延长，导致转炉出钢温度上升，同样使修补耐火材料的费用提高。

(iv) 筒状浸渍管内径大于 80 厘米，小于 200 厘米。

筒状浸渍管内径小于 80 厘米时，反应界面面积减小，使脱碳反应速度降低。为弥补这一点一旦增加搅拌气体的吹入量，就会使溅疤飞溅的高度增大，产生吹入气体风口溶损问题。而且，不增加搅拌气体量的场合下，与前述 (i) 同样，脱碳时间延长，导致转炉出钢温度上升，同样使修补耐火材料的费用提高。

另一方面，上述浸渍管内径若超过 200 厘米，由于上吸到筒状浸渍管内的钢水量增加，因而使支持其所需的设备变大，增加设备费用。而且使用于浸渍管的耐火材料的用量加大，因而使修补费用更高。

按照上述 (iii) 和 (iv) 的条件，能够使筒状浸渍管内钢水上吸量减少，真空槽升降容易，设备简单，所以不需要使用象传统的 RH 真空脱气装置那样的高价盛钢桶升降装置。而且，由于将筒状浸渍管内压力设定在 100 ~ 500 毛，所以还能使溅疤飞溅高度抑制得较低；另外，筒状浸渍管内径为 80 ~ 200 厘米之间，比已有的减压精炼设备小，所以耐火材料单耗小，也容易修补。

此外，由于使用过去在盛钢桶上设置的一块多孔砖就能确保足够的气体吹入量，所以本发明的脱碳处理不需要增加新的气体吹入孔，也不必使用特别的多孔耐火材料和喷枪。

不仅如此，精炼最终目标碳浓度为 0.02 ~ 0.06 质量%的低碳钢的场合下，当转炉中碳浓度达到比目标碳浓度高 0.03 ~ 0.06 质量%左右时停炉，然后用本发明的精炼方法和精炼装置，在减压下进行脱碳从而能够有效地精炼，所以与以往直接在转炉中进行脱碳处理到目标碳浓度的方法相比，能够在低廉价格下得到氧浓度低的钢水。

(2) 以下参照附图，说明关于脱硫处理的本发明精炼方法的优选

实施方式及精炼装置。

精炼装置使用与附图 1 所示精炼装置的同型品。在附图 1 所示的精炼装置中，筒状浸渍管 3，是用真空度调整装置 5 将其管内真空度调整到 100~500 毛的一种装置。以此方式将筒状浸渍管 3 内部的真空度设定在 100~500 毛，同时从风口 4 以 0.6~3.0Nl/分钟·吨的吹入量吹入钢水搅拌用气体，使钢水 1 脱硫。本发明的这种脱硫处理，目的在于制造极低硫钢，而且基于以下两点重要发现：（1）应当强化粉末喷吹部分的搅拌，和（2）应当强化对盛钢桶内全体钢水的搅拌。也就是说，向钢水中喷吹脱硫剂时，脱硫剂在钢水中漂浮的过程中脱硫反应虽然进行，但是此时若强化粉末吹入部分的搅拌，即特别是在减压下搅拌，相对于仅由钢水搅拌用气体产生的搅拌作用而言，还附加有因减压下气体膨胀产生的搅拌作用，结果强化了搅拌作用，能进一步促进脱硫反应。这样一来，从粉末吹入部分排出局部脱硫的钢水，向此粉末吹入部分快速供给进一步钢水，这种方法能够避免脱硫反应速度受到钢水中硫向脱硫反应面移动支配的局面。

如上所述，本发明的精炼方法中，筒状浸渍管 3 内真空度被设定在 100~500 毛，钢水搅拌用气体的吹入量处于 0.6~3.0Nl/分钟·吨，在此条件下进行钢水脱硫处理。之所以将筒状浸渍管 3 内的真空度设定在 100~500 毛，是因为若真空度超过 500 毛，则粉末吹入部分的搅拌将不充分，不能使钢水中硫浓度降低到 $\leq 10\text{ppm}$ 的程度。另一方面，若真空度低于 100 毛，则脱硫处理过程中出现剧烈溅疤，为与其相应，使具有足够高度的巨大真空脱气槽成为必须，增大运行成本，因而不是理想的。

之所以将钢水搅拌用气体吹入量设定在 0.6~3.0Nl/分钟·吨，是因为超过 3.0Nl/分钟·吨时，若经由一般使用的多孔耐火材料吹入气体，则耐火材料的溶损非常严重，耐火材料不耐用；此外，当气体流速超过上限时，盛钢桶内钢水的摇动也加大，打乱钢水表面上的炉渣，因而不能使钢水中硫浓度降低到 10ppm 以下。另一方面，若上述气体的吹入量低于 0.6Nl/分钟·吨的场合下，难以使钢水混合均匀，不能使

钢水中硫浓度降低到 10ppm 以下。

此外,为了进行更加有效的脱硫处理,使用高度 3500~7500 毫米,其直径与盛钢桶直径比为 0.25~0.5 的筒状浸渍管 3。这是因为,若筒状浸渍管 3 高度小于 3500 毫米、其直径与盛钢桶直径比小于 0.25,则因处理过程中的溅疤附着在筒状浸渍管内壁上的钢水金属增加,导致钢水的利用率降低和操作不稳定。另一方面,一旦筒状浸渍管 3 高度大于 7500 毫米、其直径与盛钢桶直径比大于 0.5,则设备全体就会与 RH 精炼装置等真空脱气装置大致具有同等大小,使运行成本增高,因而不是理想的。

(3) 以下参照附图,说明属于脱磷处理的本发明的优选精炼方法及精炼装置。

精炼装置使用与附图 1 所示精炼装置的同型品。在附图 1 所示的精炼装置中,筒状浸渍管 3,是用真空度调整装置 5 将其管内真空度调整到 300~500 毛的一种装置。以此方式将筒状浸渍管 3 内部的真空度设定在 300~500 毛,同时从风口 4 以 0.6~3.0Nl/分钟·吨的速度吹入钢水搅拌用气体,钢水中游离氧为 300ppm 以上,使此钢水 1 脱磷。本发明的这种脱磷处理基于以下两点重要发现:(1)应当强化粉末的喷吹入部分的搅拌,和(2)应当强化盛钢桶内全体钢水的搅拌。也就是说,向钢水中喷吹脱磷剂时,脱磷剂在钢水中漂浮的过程中脱磷反应虽然进行,但是此时若强化粉末吹入部分的搅拌,即特别是减压下搅拌,相对于仅由钢水搅拌用气体产生的搅拌作用而言,还附加有因减压下气体膨胀产生的搅拌作用,结果强化了搅拌作用,能进一步促进脱磷反应。

如上所述,本发明的精炼方法中,筒状浸渍管 3 内真空度被设定在 300~500 毛,钢水搅拌用气体的吹入量处于 0.6~3.0Nl/分钟·吨,以及钢水中的游离氧处于 300ppm 以上的条件下进行钢水脱磷处理。之所以将筒状浸渍管 3 内的真空度设定在 300~500 毛,是因为若真空度超过 500 毛,则粉末吹入部分的搅拌将变得不充分,脱磷反应将变得极慢。另一方面,若真空度低于 300 毛,则脱碳反应优先进行,脱磷反应速度降低,而且钢水中的碳浓度将比制品规格中规定的碳浓度低得多,

脱磷处理后必须补加碳合金，此外由于脱磷处理过程中出现剧烈溅疤而必须使用与其相对应的具有足够高度的巨大真空脱气槽，因而增大运行成本的缘故。

之所以将钢水搅拌用气体吹入量设定在 $0.6 \sim 3.0 \text{ Nl/分钟} \cdot \text{吨}$ ，是因为超过 $3.0 \text{ Nl/分钟} \cdot \text{吨}$ 时，若经由一般使用的多孔耐火材料吹入气体，则耐火材料的溶损非常严重，耐火材料不耐用；此外，当气体流速超过上限时，盛钢桶内钢水的摇动也加大，影响操作的缘故。

另一方面，上述气体的吹入量低于 $0.6 \text{ Nl/分钟} \cdot \text{吨}$ 的场合下，难以使钢水全体混合，脱磷反应极慢。之所以将钢水中游离氧浓度定在 300 ppm 以上，这是因为若所说的游离氧浓度低于 300 ppm ，则游离氧不足，脱磷反应极慢的缘故。

此外，为了进行更有效的脱磷处理，使用高度 $3500 \sim 7500$ 毫米，其直径与盛钢桶直径比为 $0.25 \sim 0.5$ 的筒状浸渍管 3。这是因为，若筒状浸渍管 3 高度小于 3500 毫米而且其直径与盛钢桶直径比小于 0.25 ，则因处理过程中的溅疤附着在筒状浸渍管内壁上的钢水金属增加，导致钢水的利用率降低和操作不稳定。另一方面，一旦筒状浸渍管 3 高度大于 7500 毫米而且其直径与盛钢桶直径比大于 0.5 ，设备全体就会变得与 RH 精炼装置等真空脱气装置具有大致同等大小，使运行成本增高，因而不是理想的。

实施例

实施例 1

本实施例是涉及脱碳处理的实施例。

表 1 中实施例 1 的目的是制造最终碳浓度为 0.04% 的低碳钢，首先在转炉中碳浓度降低到 0.07% 时停炉，将得到的 292 吨钢水注入盛钢桶中后，用附图 1 所示的精炼装置进行 9 分钟脱碳处理。此时筒状浸渍管内径为 165 厘米，盛钢桶内径 400 厘米。而且筒状浸渍管管内的压力为 300 毛，底吹气体量为 $37 \text{ Nm}^3/\text{小时}$ 。此条件下进行脱碳处理后，添加铝进行脱氧，得到了最终碳浓度为 0.04% 的钢水。此时铝的利用率为

93%，而转炉中锰矿石的利用率为 65%。

表 1 中的实施例 2，首先当转炉中碳浓度降低到 0.08% 时停炉，将得到的 260 吨钢水注入盛钢桶中后，在筒状浸渍管内径为 86 厘米，盛钢桶内径 400 厘米，筒状浸渍管的管内压力为 200 兆，气体吹入量为 $40\text{Nm}^3/\text{小时}$ 条件下，一边用顶吹喷枪喷吹氧气，一边进行 12 分钟脱碳处理，为得到最终碳浓度为 0.04% 的钢水，最后还要添加铝进行脱氧。此时铝的利用率为 94%，而转炉中锰矿石的还原利用率为 68%。

表 1 中的对照例 1，是在盛钢桶内径 250 厘米，筒状浸渍管内径为 70 厘米，吹入气体量为 $50\text{Nm}^3/\text{小时}$ 条件下，对转炉中熔炼的碳浓度 0.07% 的 290 吨钢水进行脱碳精炼的实例。此时，未使用压力调整装置，在大气压下精炼 20 分钟后，当碳浓度降低到 0.05% 时停炉，相反，氧浓度上升。此后添加铝进行脱氧，铝的利用率为 68%。

表 1 中的对照例 2，是使用传统 RH 真空脱气装置场合下的实例。将转炉中碳浓度熔炼至 0.08% 钢水进行 6 分钟脱碳处理后碳浓度为 0.04%。此时，与本发明的实施例相比，需要消耗更多的蒸气和电力。

表 1 中的对照例 3，是使用传统转炉直接进行脱碳精炼至碳浓度达到 0.04% 时的实例。这种情况下，锰矿石和铝的利用率均低。

表 1

	转炉精炼后										二次精炼						
	钢水组成 (%)					炉渣中 FeO(%)	Mn 利用 率(%)	脱碳后钢水组成 (%)					Al 利用率 (%)	电力量 Kwh/l	蒸汽 kg/l		
	C	Si	Mn	P	S			O	C	Si	Mn	P				S	
实施例 1	0.07	tr	0.24	0.015	0.011	0.034	13.7	65	0.04	tr	0.24	0.015	0.011	0.034	93	0.11	0
实施例 2	0.08	tr	0.25	0.014	0.012	0.032	12.5	68	0.04	tr	0.25	0.014	0.012	0.032	94	0.13	0
比较例 1	0.07	tr	0.24	0.016	0.012	0.032	12.2	64	0.05	tr	0.18	0.016	0.012	0.042	68	0.10	0
比较例 2	0.08	tr	0.26	0.015	0.013	0.031	11.8	65	0.04	tr	0.26	0.015	0.013	0.031	88	8.0	3.2
比较例 3	0.04	tr	0.19	0.015	0.013	0.056	12.1	38	0.04	tr	0.19	0.015	0.013	0.056	62	0	0

实施例 2

用图 1 所示的精炼装置作为脱硫反应容器，对硫浓度为 26ppm 的钢水 1 进行脱硫处理。浸渍在盛钢桶 2 内的筒状浸渍管 3 的内径为 1.5 米，高度为 4.5 米。利用真空度调整装置 5，使此筒状浸渍管 3 内维持在 200 毛真空度下。另外以 1.8Nl/分钟·吨的速率，从盛钢桶 2 底部的风口 4 喷吹搅拌钢水用的氩气，与搅拌钢水 1 同时，以 5 千克/吨速率自粉末吹入用喷枪 6 喷吹载气带入的脱硫粉末，进行脱硫处理。结果示于表 2 之中。经确认，钢水中硫浓度 [S] 由脱硫前的 26ppm 降低到脱硫后的 5ppm，能够在高效和低运行成本下脱硫。

表 2 中同时记载了对照例试验，对照例 1 是使用传统 RH 真空脱气装置，以 4.5 千克/吨的速率喷吹脱硫粉末的试验。此场合下，钢水中硫浓度 [S] 虽然由脱硫前的 28ppm 降低到脱硫后的 6ppm，但是运行成本极高。

表 2 中对照例 2，虽然使用了本发明的脱硫反应容器，但是未使用真空度调整装置，于大气压（760 毛）下，以 3 千克/吨的速率，自喷枪喷吹载气带入粉末。硫浓度 [S] 脱硫前为 31ppm，而脱硫后仍然有 26ppm，未能达到目标值 [S] ≤ 10ppm 的要求。

表 2

	脱硫反应容器	真空度 毛	脱硫前 [S]ppm	脱硫后 [S]ppm	脱硫剂用量 kg/t
实施例	图 1 中的	200	26	5	5
对照例 1	RH	1	28	6	4.5
对照例 2	图 1 中的	760	31	26	3

实施例 3

使用附图 1 所示的精炼装置作为脱磷反应容器，脱磷处理了游离氧 340ppm、磷浓度 96ppm 的钢水 1。浸渍在盛钢桶 2 内的筒状浸渍管 3 的内径 1.5 米、高度 4.5 米。使用真空度调整装置 5 将此筒状浸渍管 3 内的真空度维持在 350 毛。另外，以 1.8Nl/分钟·吨的速度，由盛钢

桶 2 底部的风口喷吹钢水搅拌用氩气，在搅拌钢水 1 的同时，以 4 千克/吨速率自粉末吹入用喷枪 6 喷吹载气带入的脱磷粉末。结果示于表 3 之中。经确认，钢水中磷浓度 [P] 由脱磷前的 96ppm 降低到脱磷后的 22ppm，能够在高效和低运行成本下脱磷。

表 3 中同时记载了对照例，对照例 1 是使用传统 RH 真空脱气装置，以 4 千克/吨的速率喷吹脱磷粉末的试验。此场合下，钢水中磷浓度 [P] 虽然由脱磷前的 100ppm 降低到脱磷后的 25ppm，但是运行成本极高。

表 3 中的对照例 2，是使用本发明的脱磷反应容器，在钢水中游离氧浓度为 194ppm 下，以 4 千克/吨的速率，自喷枪喷吹载气带入的脱磷粉末。此场合下，磷浓度 [P] 从脱磷前 110ppm 降至脱磷后 95ppm，脱磷速度极慢。

此外，表 3 中的对照例 3 虽然使用了本发明的脱磷反应容器，但是未使用真空度调整装置，于大气压（760 毛）下，以 4 千克/吨的速率，用喷枪喷吹载气带入脱磷粉末。此场合下，磷浓度 [P] 从脱磷前 92ppm 降低到脱磷后 83ppm，脱磷反应速度极慢。

表 3

	脱磷反应容器	真空度 毛	游离氧素 ppm	脱磷前 [P]ppm	脱磷后 [P]ppm	脱磷剂用量 kg/l
实施例	图 1 中的	350	340	96	22	4
对照例 1	RH	80	400	100	25	4
对照例 2	图 1 中的	350	190	110	95	4
对照例 3	图 1 中的	760	450	92	83	4

产业上利用的可能性

按照本发明的钢水精炼方法和精炼装置，能使钢水，特别能使低碳钢钢水在低运行成本下高效脱碳、脱硫或脱磷。因此本发明提供一种在钢制造上有用的精炼方法和精炼装置。

图 1

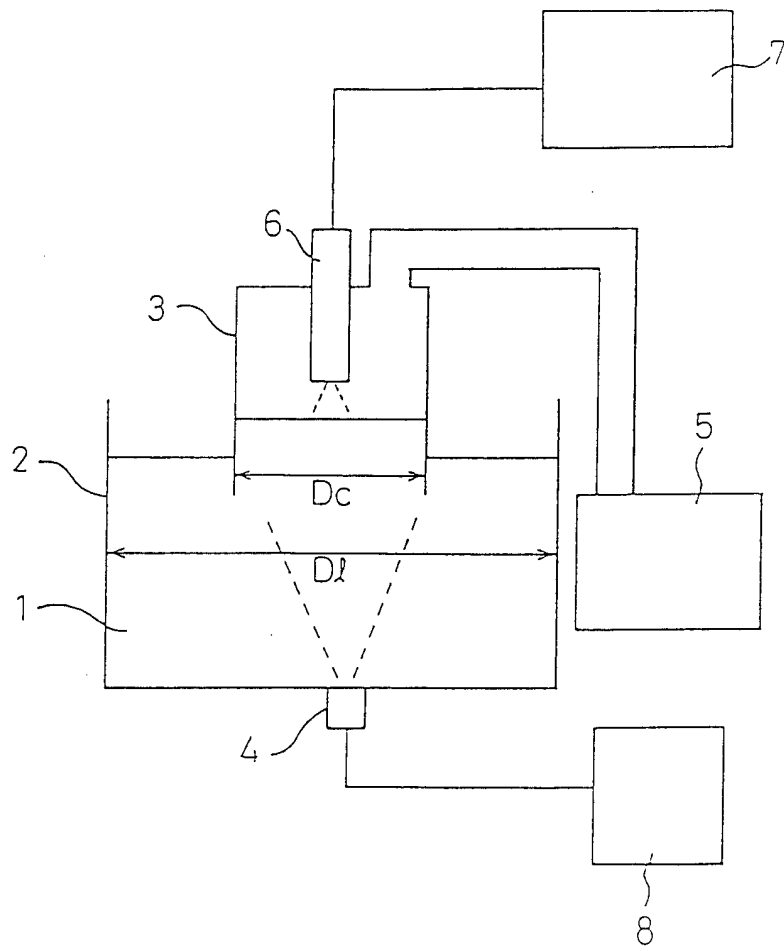


图 2

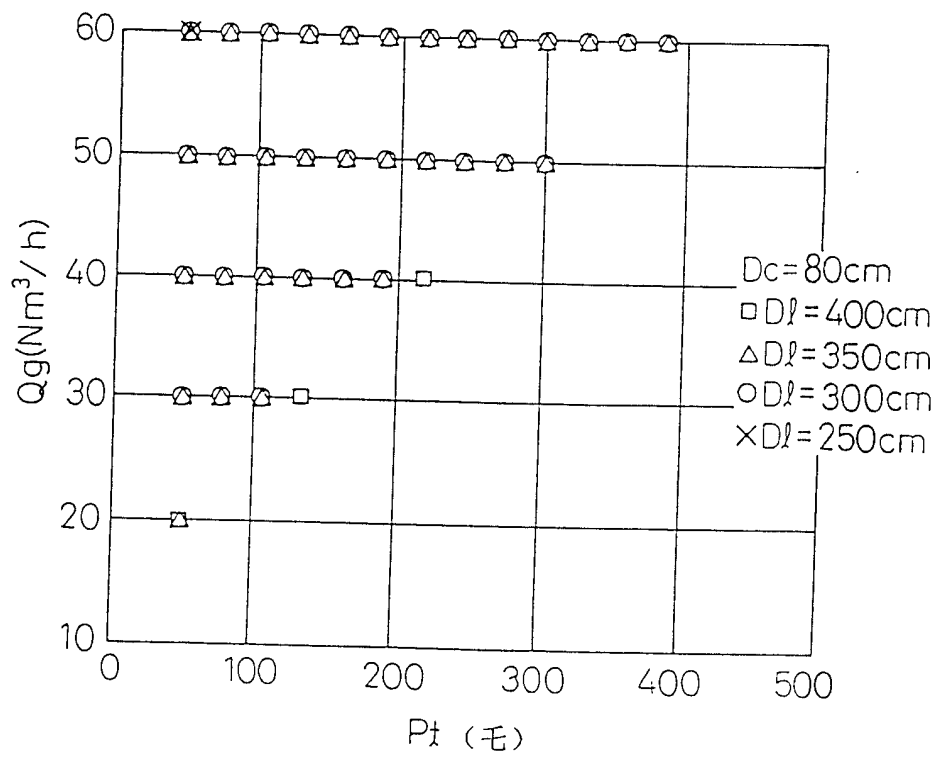


图 3

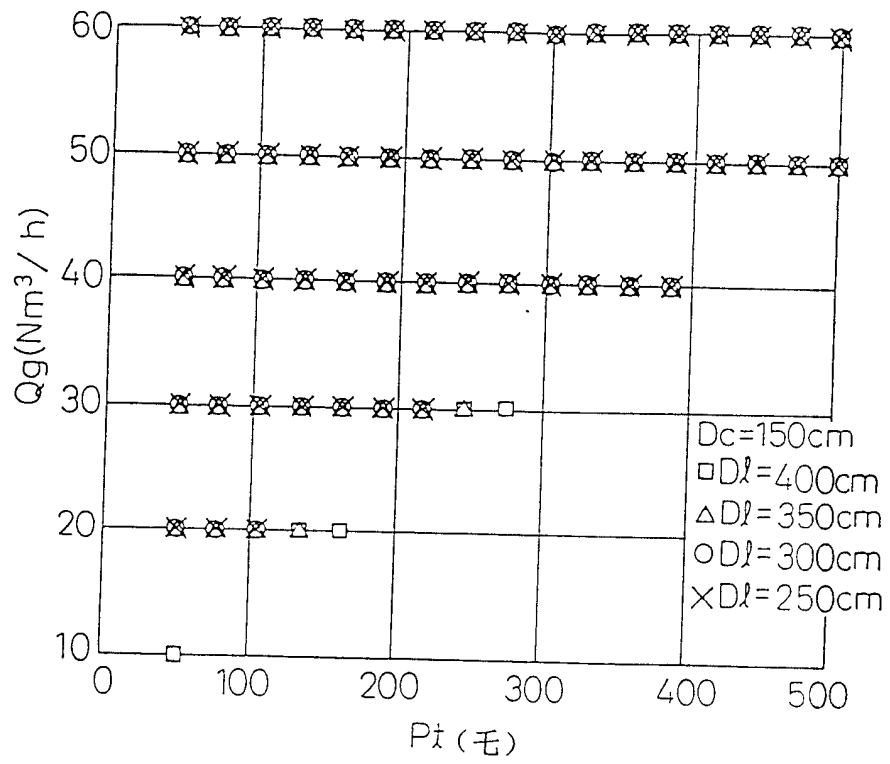


图 4

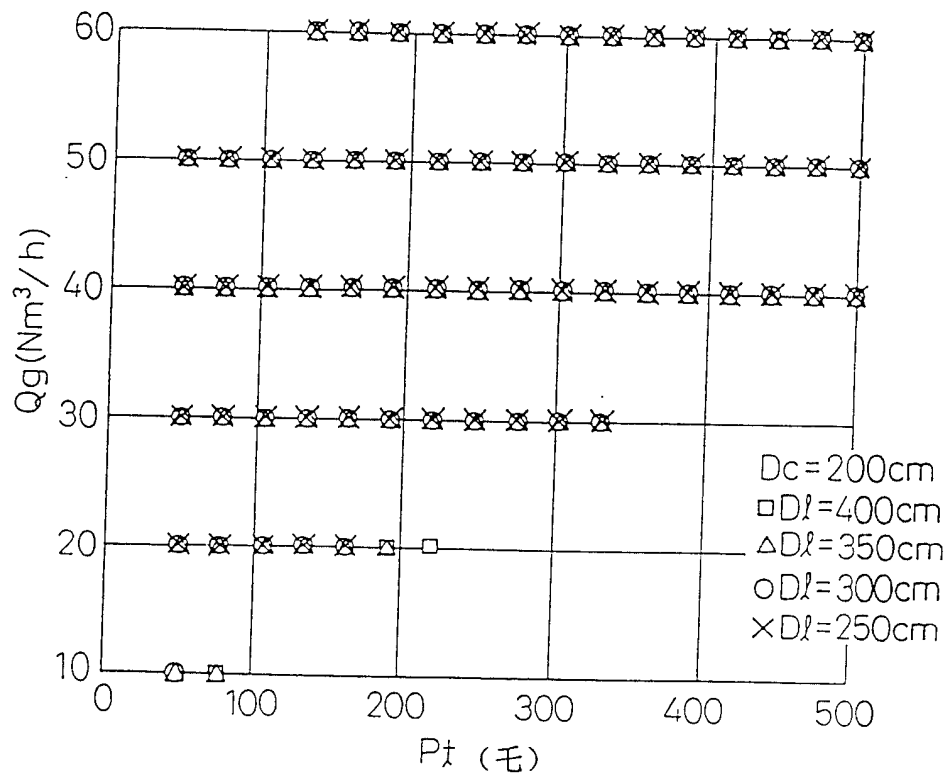


图 5

