

VII-146

建設資材としての溶融スラグの流通可能性に関する考察

名古屋工業大学 学生員 ○板井 正宏 鹿島建設 魚住 敏和
名古屋工業大学 正 員 山本 幸司 鹿島建設 青山 和史

1. はじめに

高度経済成長による人口、産業の都市集中や使い捨て主義の消費文化の代償として、我が国は廃棄物処理について深刻な危機に直面している。このような現状を改善するためにリサイクル(再生利用)を基調においた循環型社会への転換の必要に迫られている。

本研究では、一般廃棄物から生成される溶融スラグを取り上げ、これが建設資材市場で流通するための経済的条件について考察を行う。

溶融スラグとは現在その大半が最終処分場に埋め立てられている焼却灰を燃料の燃料熱や電気から得られた熱エネルギーにより、高熱で溶融し、それによってできた固化物である。溶融スラグは SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO を主成分とするガラス質あるいは結晶質となり、重金属の溶出が抑制される。また物理的強度も大きいことから、土木、建築用の骨材として利用が期待されている。

2. スラグの流通可能性に関するモデル分析

溶融スラグをそのまま骨材として供給しようとしても、再生コストがかかる分、価格が高くなるためおそらく既往の骨材に対して価格競争で勝てない。そこで政策的に溶融スラグを市場で流通させるために他の骨材に対して課税し、その税収を溶融スラグ生産費用に補填することにより、溶融スラグの流通可能性を高めることを検討した。

①スラグと既往骨材が競合するとき

図1に既往の骨材市場の需要曲線ならびに供給曲線を描く。既往の骨材市場に溶融スラグを流通させるとき、全体として供給量は溶融スラグの分だけ増加するため、供給曲線は右下にシフトする。それにより、既往骨材の市場価格は下落する。このとき政策的に市場価格を維持する。図1に示す長方形Aの面積分を税として既往骨材供給者から徴収する。これを通常生成コストがかかる溶融スラグの価格を下げるための資金とする。他方、溶融スラグの供給者は、もし限界費用MCのまま既往の骨材

市場価格で供給すると図1に示す平行四辺形Bの面積分の超過費用が損失となるため、それだけの損失を回避することができればよい。したがって $A \geq B$ である。

既往骨材の価格と需要の実データを用い需要曲線を描く。ここでは $P=d/X$ と仮定し、回帰分析より $d=125,905,839$ となった。(図2)供給曲線はデータがないため傾きを1とする直線で仮定した。上述の条件 $A \geq B$ より溶融スラグ再生限界費用の上限値 MC^* と供給可能量 S の関係が得られる。

$$MC^* = P_F + d/S - d[P_F^2 - cSP_F - cd + \{(P_F^2 - cSP_F - cd)^2 + 4cdP_F\}^{0.5}] / 2SP_F^2 \quad (1)$$

(P_F : 既往骨材市場価格、 c : 供給曲線の傾き、 S : 溶融スラグ供給量、 d : 需要曲線の定数)

$c=1$ 、現況データから得た値 $d=125,905,839$ 、 $P_F=2,060.8$ (円/t)を代入して MC と S の関係のグラフを図3に示す。限界費用が高い場合には供給可能量は減らさなければならなくなる。

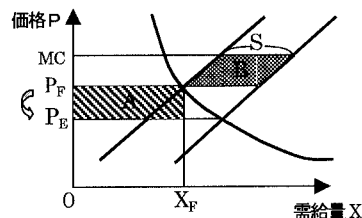


図1 既往骨材の余剰と溶融スラグの超過費用

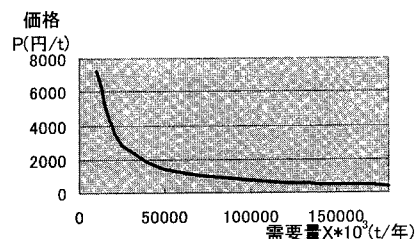


図2 既往骨材の需要曲線

キーワード 廃棄物処理・スラグ再利用・建設資材

連絡先 466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 (Tel Fax 052-735-5496)

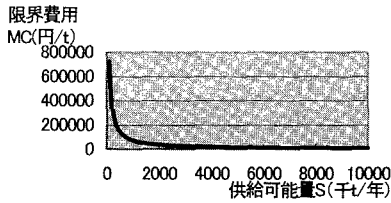


図3 限界費用の上限と供給可能量の関係

②スラグと既往骨材が競合しないとき

溶融スラグと既往骨材で使われる用途が異なるときに該当する。①で示した溶融スラグの限界費用 MC が上限値 MC^* までの範囲に収まらないケースではこの方法を用いる必要がある。

課税額を t とすると図4に示す長方形Aの面積が既往骨材の販売時に徴収される税による収入である。図5において溶融スラグのみの市場を考えた場合の需要曲線と供給曲線を描く。長方形Bの面積が溶融スラグの価格を下げるための補助金の金額に相当する。スラグの価格を下げるための損失を徴税による収入で補填できればよい。すなわち $A \geq B$ であればよい。

既往骨材の需要曲線は①と同じものを用い、溶融スラグの需要曲線は $P=g/Z$ と仮定し、実データより回帰分析を行うと $g=1,428,598.4$ となる。限界費用でのスラグの需要量を Z_F とし、これを $A \geq B$ の条件を用いて解くと

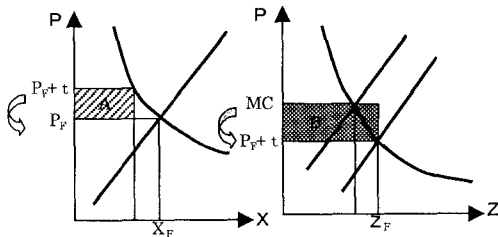


図4 既往骨材の市場

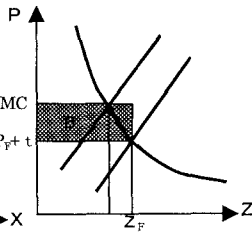


図5 溶融スラグの市場

MC と t の関係式

$$0 \leq MC \leq (P_F + t)(1 + c + X_F - t^2) \quad (2)$$

が得られた。限界費用 MC に数値を与えてからこの不等式を満たす t を求めれば適正な課税額の範囲がわかる。ただし限界費用が高い場合、既往骨材の実質価格も高くせざるをえないため既往骨材の供給者による反発は免れない。したがって溶融スラグの生成コストがさらに高いときは補助金を違うところから求めるなど他の手段を選ばなくてはならない。

3. 地方自治体における溶融スラグ生成施設の

導入可能性

現状では多くの自治体では一般廃棄物をそのまま、または焼却し、灰として埋立地等に処分している。地方自治体が焼却灰の処理方法としてスラグ化を導入するためには次のような条件が必要となるだろう。溶融スラグとして再生するためにかかる費用から骨材として販売することによって得られる収入を差し引いた額が、ゴミを焼却し埋立地に廃棄する場合の埋立て費用と輸送費用を下回ればスラグ生成は経済的に有効である。

ごみ発生量 W 、焼却灰生成率 j 、スラグ生成率 h 、溶融スラグの生成量 S 、限界費用 MC 、固定コスト FC 、溶融スラグ販売単価 P 、焼却灰の発生量を Y 、埋立地までの灰の単位重量当りの輸送費用 m 、単位重量当りの埋立て費用 u とすると、上述の条件は次のように表される。

$$h_j MC W + FC - P h_j W \leq (m + u) j W \quad (3)$$

(生成施設導入費用) (埋立て処分費用)

これを変形すると

$$W \geq W^* = FC / \{(m + u + Ph - MCh)j\} \quad (4)$$

という条件式が得られる。右辺の値 W^* 以上のごみを処理しなければならない自治体では、溶融スラグ生成施設の導入は現状より合理的であるということになる。

(4) 式右辺に現況データから得たパラメータ値 ($FC=1,000,000,000$ (円)、 $m=5,000$ (円/ton)、 $u=20,000$ (円/ton)、 $MC=25,000$ (円/ton)、 $h=0.9$ 、 $j=0.1$) と 2. で算出した価格を代入して W^* を求める。

2-①の価格設定によれば、販売価格は $P_F=2,061$ (円/ton) となる。これよりスラグ生成が妥当となるごみ最小発生量 W^* は 2,296,264 (ton) である。

2-②の価格設定によれば、 $MC=25,000$ (円/ton) のとき $t=211$ (円/ton) であることより、販売価格は $P_F+t=2,272$ (円/ton) となる。またそのとき W^* は 2,200,220 (ton) である。

4. まとめ

現状では溶融スラグは生成費用が高く、十分に市場に出回っていない。ごみ処分場の用地の取得が困難になるにつれ、溶融スラグ生成プラント導入の可能性は高まるであろう。

本研究では溶融スラグの建設資材としての流通の可能性について考察した。今後より詳しいデータを入手するとともに、社会的・経済的側面からさらに広範な検討を行っていきたい。