



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

رفتار مکانیکی و ریزساختاری رس دریایی تثبیت سیمانی شده با یک عامل

متاکائولین

چکیده

متاکائولین یک ماده پودر شده است که به طور گسترده به عنوان ماده افزودنی مؤثر برای تولید بتن با عملکرد بالا (کارایی بالا) از سال 1990 به علت بهره‌وری بالا و قیمت نسبتاً پایین استفاده شد. با این حال متاکائولین به ندرت تا حال حاضر برای تثبیت رس دریایی نرم استفاده می‌شد. این مقاله بر روی مقاومت و میکروساختار تثبیت سیمانی رسی دریایی **Lianyungang** با متاکائولین بحث می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که مقاومت فشاری محصور نشده خاک سیمانی حاوی 3٪، 5٪ MK حدود 2-3 برابر بیشتر از مواد بدون MK است که MK می‌تواند به طور مؤثر باعث بهبود خاصیت خاک سیمانی می‌شود. علاوه بر این مقاومت با وجود MK بعد از 7 روز مدت عمل‌آوری حدود 0.87 برابر 28 روز عمل‌آوری است. در حالی که مقدار 0.58 برابر خاک بدون MK است. این نشان می‌دهد که سیمان حاوی MK زودتر به مقاومت کافی با حضور MK می‌رسد. سرانجام تجزیه و تحلیل ساختار نشان می‌دهد که MK به طور عمده باعث تغییر حجم منافذ بین 0.01 تا 1 میکرومتر می‌شود تولید بیشتر CSH/Aft/ CASH اتصال به دلیل هیدراسیون ثانویه و واکنش پوزولانی است.

1. معرفی

دمای عمل‌آوری کائولینیت خالص از 550°C به 900°C تولید یک ترکیب سیلیس آمورف که ماده بسیار واکنش‌پذیر با آلومینو سیلیکات است و معمولاً به عنوان یک ماده افزودنی در سیمان و بتن مورد استفاده قرار می‌گیرد. فرمول شیمیایی از زمان عمل‌آوری سیمان $2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{O}$ $\xrightarrow{600-900^{\circ}\text{C}}$ $2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_2(\text{OH})_4$ MK که با کلسیم هیدروکسید واکنش داده در حضور آب باعث تولید CSH که شبیه ماده هیدرات آلومینات است. علاوه بر این مطالعات قبلی تأکید می‌کند که MK دارای فعالیت پوزولانی بالاتر بین (610-1150 cao/g mg) و

از میکرو سلیس و خاکستر (حدود 45- 450 mg cao/g) است و این فعالیت به اجزای شیمیایی آن، اندازه دانه‌ها ریز و نسبت ذرات با اندازه‌های اندازه‌هایی 1-10 میکرومتر نسبت داده شده است و لازم به ذکر است که مخلوط بتن با عملکرد بالا با غیر سیمان معمولاً با جای‌گزینی سیمان پرتلند (8-20٪) متاکائولین در شیوه‌های مهندسی را به استفاده از اثرات مثبت MK، مانند پرکننده، سرعت‌بالای هیدراسیون و واکنش پوزلانی با هیدروکسید کلسیم اشاره کرد. در این میان اثر پرکننده بلافاصله رخ می‌دهد و واکنش سریع هیدراسیون، در 24 ساعت اول و واکنش پوزلانی بین 7 الی 14 روزه حداکثر می‌رساند. روش اختلاط عمیق یکی از محبوب‌ترین روش بهسازی زمین برای درمان خاک‌های رس نرم است و به‌طور گسترده در چین ژاپن، اروپا که در آن خاک رسی و نرم سیمان (به‌صورت دوغاب و پودر) با ماشین‌آلات مفروض در سایت مخلوط می‌شود. زمانی که زمین بهسازی شد ستون اختلاط عمیق در خاک در بین خاک تشکیل یک پی کامپوزیتی (مرکب) برای ساپورت کردن سدهای بالا و سازه‌ها تشکیل می‌شود. بنابراین مقاومت خاک سیمانی یک پارامتر مهم که معمولاً برای محدوده 0/8 تا 1/2 مگا پاسکال طراحی شده و سیمان پرتلند معمولی که معمولاً به‌عنوان سیمان کاری انجام می‌شود. از آنجا که MK مقاوم دوام بتن را بهبود می‌بخشد دو خمیر سیمان به‌عنوان ماده افزودنی استفاده می‌شود. علاوه بر این ساختار ریز از MK در خاک سیمانی نیاز به بررسی دارد. این مطالعه کمک می‌کند برای بررسی مقاومت و ساختار میکرو رس دریایی Lianyungang مخلوط با MK برای استفاده از روش اختلاط عمیق است. مقاومت و مدول سکانتی E₅₀ از خاک سیمانی بعد از 7 روز و 28 روز عمل‌آوری برای مقایسه MK انجام شد. برای رسیدن به اهداف بالا، سیمان معمولی و MK ابتدا تهیه و سپس مخلوط شدند. خاک رس Lianyungang (یک نوع از خاک رس کائولین در شرق چین) می‌باشد که برای به دست آوردن خاک‌های سیمانی سپس طبق شرایط استاندارد عمل‌آوری شد. آزمایش مقاومت فشاری محدود نشده، میکروسکوپ الکترونی (SEM)، نفوذ مخلوط جیوه (MIP) برای روشن کردن تکامل رسیدن مقاومت انجام شد.

2. مواد و روش‌های انجام آزمایش

2-1 مواد

خاک رس **Lianyungang**، یک نوع از رسوبات دریایی است که به طور گسترده در مناطق ساحلی شرق چین، که از محتوای بالا آب، حساسیت بالا در تراکم، در حالی دارای مقاومت پایین و نفوذپذیری کم است. اطاعات اولیه از نمونه در جدول 1 لیست شده است ویژگی با پلاسیته بالارس با طبقه بندی **USCS**، **CH** می باشد. خاک رس دریایی **Lianyungang** دارای مواد معدنی که جدول 2 ذکر شده است. که در آن نمونه های قبل از بهسازی توسط اتیلن گلیتول و آنالیزی توسط نرم افزار **Jade** انجام شده است. توجه داشته باشید که خاک رس دارای بیش از 40٪ ایلیت اسمکتیت است. جدول 3 اکسیدهای از سیمان پرتلند معمولی (**OPC**) (**42.5 R/N**) و متاکائولین ارائه شده است. توجه داشته باشید که سیمان پرتلند استفاده شده در این مطالعه در دستورالعمل سیمان اروپا (**EN-197-1**) مشخص می کند که نسبت مقادیر **SiO₂**، **CaO**، باید از 2 درصد بیشتر شود و همچنین نباید مقدار **MgO** نباید از 2٪ زیاد شده و همه مقادیر **SiO₂** و **Al₂O₃** در **MK** حدود 92٪ که میانگین اندازه دانه ها کمتر از 4 میکرومتر و مساحت سطح ویژه حدود $10 \text{ m}^2/\text{g}$ می باشد.

Table 1
Physical properties of soft clay.

Natural water content (%)	Wet density (kN/m ³)	Void ratio e	Particle size distribution (%)			Liquid limits W _L (%)	Plastic limits W _p (%)
			Sand	Silt	Clay		
61.5	16.8	1.68	2.6	43.9	53.5	58.8	27.2

Table 2
Mineral composition of Lianyungang marine clay.

Total mineral (%)					Clay mineral (%)			
Quartz	Feldspar	Plagioclase	Calcite	Clay mineral content	Illite	Kaolinite	Chlorite	Illite/smectite
23.2	4.1	15.6	12.1	45.0	29	13	14	44

Table 3
Oxides composition of ordinary Portland cement and metakaolin.

Oxide content (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Loss on ignition
OPC	19	6.5	65	3.2	2.5	0.8	0.5	0.4	2.1
MK	52	40	1.0	2.5		0.8	0.5		

2-2 آماده سازی نمونه ها و آزمایش فشاری محدود نشده

برای آماده کردن نمونه‌ها برای آزمایش، خاک رس دریایی در دمای 30°C خشک و تا زمانی که میزان آب مقطر به 70٪ رسید به خاک خشک آب اضافه کردیم (حدود W_1 1/2 محتوای آب طبیعی نمونه یعنی حداقل 63/5 و حداکثر 71/5). بعد از یک روز عمل‌آوری OPC (محتوای سیمان به خاک مرطوب 12٪، 15٪) MK (محتوای MK به خاک مرطوب 0.1، 3.5 درصد) برای آماده کردن خاک مخلوط شد. توجه داشته باشید با توجه به مؤثر بودن و اقتصادی بودن MK، محتوای سیمان انتخابی کمتر از پروژه بهسازی بزرگراه (معمولاً بین 12-15٪) توصیه شده است. مقدار MK مورد استفاده در بتن معمولاً به نسبت وزنی سیمان به کل جرم در محدوده 8-20 درصد است. مخلوط خاک و سیمان MK برای 15 دقیقه انجام شد سپس به یک قالب پلاستیکی با قابلیت جدا شدن درپوش انتقال داده شد که قالب به طول 50 و ارتفاع 100 mm بود. به منظور بهبود یکنواختی و قابلیت اطمینان از خوب مخلوط شدن، خاک رس به وسیله ارتعاش متراکم شد و سه نمونه برای انجام آزمایش سه تکرار در نظر گرفته شد. دانسیته و محتوای نمونه خاک پس از تراکم فوراً اندازه‌گیری شد و در جدول 4 ذکر شده است که در آن مقدار آب در مخلوط سیمان و MK کاهش یافت زیرا این دو ماده باعث افزایش توده جامد می‌شود. بعد از 24 ساعت عمل‌آوری نمونه خاک سیمانی بعد از ریختن در قالب‌های پلی‌اتیلن در دمای 20°C نگهداری شد. توجه داشته باشید که این روش عمل‌آوری نمونه برای خاک رس نرم سیمانی توصیه می‌شود بعد از 7 و 28 روز عمل‌آوری نمونه‌ها به انجام آزمایش مقاومت فشاری محدود نشده برای تعیین مقاومت f_{cu} و E مدول سکانتی انجام شد. سرعت نیروی برشی 1 میلی‌متر بر دقیقه بود.

Table 4

Density and water content of samples.

Cement content (%)	MK content (%)	Density (g/cm ³)	Water content (%)
12	0	1.655	55
12	1	1.638	49
12	3	1.643	47
12	5	1.646	46
15	0	1.649	52
15	1	1.664	46
15	3	1.690	44
15	5	1.669	43

3-2 آزمایش MIP

MIP روشی برای اندازه‌گیری پراکندگی اندازه خلل و فرج است بر اساس رابطه ویژه پیش فشار و نفوذ و معادل

$$D = -\frac{4\gamma \cos \theta}{P}$$

قطر منافذ توسط Washburn پیشنهاد شد:

که D قطر منافذ، γ کشش سطحی جیوه، θ زاویه، P فشار اعمالی.

توجه داشته باشید که زاویه تماس 140° و کشش سطحی $0/48$ توصیه و استفاده می‌شود. زیرا طیف وسیعی از

فشار نفوذ $3/7$ kpa تا $241/4$ Mpa برای منافذ در نظر گرفته شده است. (by Quantachrome

Corporation USA), اندازه خلل و فرج از $0/005$ تا 340 میکرومتر اندازه گرفته شده است. در این مطالعه

6 نمونه از 15% سیمان بدون MK و 15% سیمان با 3% MK، 15% سیمان با 5% MK، بعد از 7 و 28 روز

عمل‌آوری آزمایش شد. نمونه‌ها برای به حداقل رساندن انقباض خاک سیمانی lyophilized زدند. تکه‌های

کوچکی از نمونه‌ها اول به اندازه و شکل مناسب آماده شدند. سپس در مایع نیتروژن دمای 196° - به سرعت

منجمد شدند. بعد از یخ زدن نمونه‌ها به محفظه‌ای خلأ منتقل شد و تا 24 ساعت ادامه داشت.

4-2 آزمایش SEM

میکروسکوپ الکترونی به بررسی بیشتر ساختار مورد استفاده قرار گرفت، تغییرات خاک سیمان حاوی MK و مکانیسم عمل MK در نمونه 15 درصد سیمان فاقد MK و 15 درصد سیمان دارای 3 درصد MK به مدت 7 و 28 روز عمل آوری در این مطالعه اسکن شد. برای انجام آزمون نمونه‌های مکعبی با 1 سانتی‌متر قبل از انجام عمل و لیرفیلیزه MIP قرار گرفت. بعد از آن نمونه‌ها خشک شده و آماده شد. روی نمونه با پوشاندن لایه‌های به ضخامت 200-300 انسگترم برای جلوگیری بار الکتریکی بسازد.

3- نتایج و بحث ها

3-1- رفتارهای مکانیکی نمونه های پایدار شده با سیمان به همراه MK

شکل 1 نمونه منحنی تنش کرنش نمونه در بالا ذکر شده را نشان می‌دهد قابل توجه است که مقاومت با افزایش مقدار MK افزایش می‌یابد. منحنی تنش کرنش دارای یک شکل پذیری پلاستیکی که دارای زیر 1 درصد MK، $(f_{cu} < 1 \text{ MPa})$ است. وقتی مقدار MK افزایش می‌یابد به تدریج به سمت شکست ترد متمایل می‌شود. مقایسه مقاومت خاک سیمانی با و بدون MK نشان می‌دهد که خاک سیمانی با مقداری بیش از 3 درصد MK، حدود 2-3 برابر زودتر از بدون MK به عمل می‌آید. رابطه میان مقاومت فشاری محدود نشده و مقدار MK در شکل 2 نشان داده شده است. جالب توجه است که مقاومت خاک سیمانی با محتوای MK به صورت غیرخطی افزایش می‌یابد اما این رشد وقتی این مقدار به 3 درصد برسد کندتر می‌شود (به استثنای نمونه حاوی 15٪ سیمان که 7 روزه عمل آوری نشده اند)

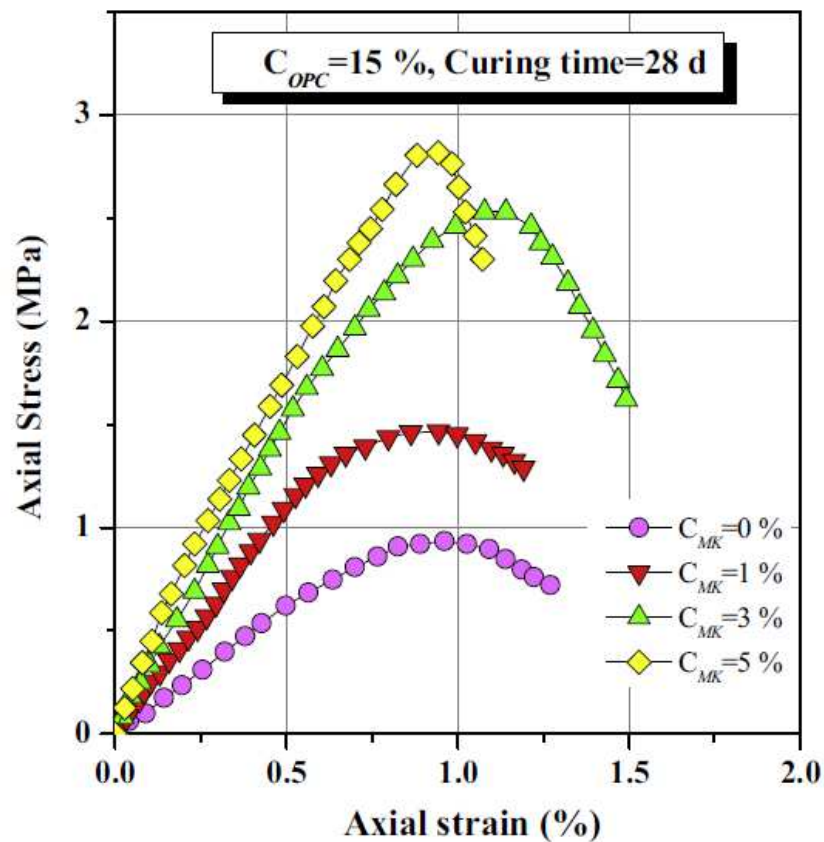


Fig. 1. UCT results with 15% cement after 28 days of curing.

Uddin and Bergado در مورد تأثیر مقدار سیمان (a_w) مطالعه کرد و آن را به سه منطقه ی، با توجه به افزایش مقاومت، غیرفعال، منطقه فعال و منطقه بی اثر تقسیم کرد. توجه داشته باشید که مقدار 3 درصد MK (مقدار MK به خاک مرطوب) مقدار بهینه با توجه به افزایش مقاومت خاک) حدود 15-20 درصد MK به

خاک می شود که این نسبت برای آزمایشگاه بتن 8-20 درصد پیشنهاد شده است (Qian, Li)

لازم به ذکر است که این روند هیدراسیون سیمان توسط کلسیم هیدرات (CSH) و هیدروکسید کلسیم (CH) و واکنش هیدراسیون ثانویه رخ داده و به شکل سیمان اضافی حاوی آلومینیوم، ژل (CSH) و همراه با محصولات بلوری که شامل هیدرات کلسیم آلومینات (C_3AH_6) و C_4AH_{13} و هیدرات آلومینیوم سیلکات (C_2ASH_8) است که باعث فعال شدن SiO_2 و Al_2O_3 می شود که اجزای اصلی MK می باشد. و از آنجاکه در طول فرایند

هیدراسیون ثانویه نسبت جرم MK به CH بین 0/5 و 1 است و نسبت جایگزینی MK باید 10الی 20 درصد کمتر از شرایط ایده آل باشد و اینبا مطالعات ما سازگار است.

علاوه بر این هنگامی که نسبت جرم MK به CH 0/5 است این محصول باعث تولید C_4AH_{13} و CSH می شود و وقتی این نسبت 0/6 باشد C_3AH_6 و CSH تولید می کند و موقعی که این مقدار به 1

برسد C_2ASH_8 می تولید می

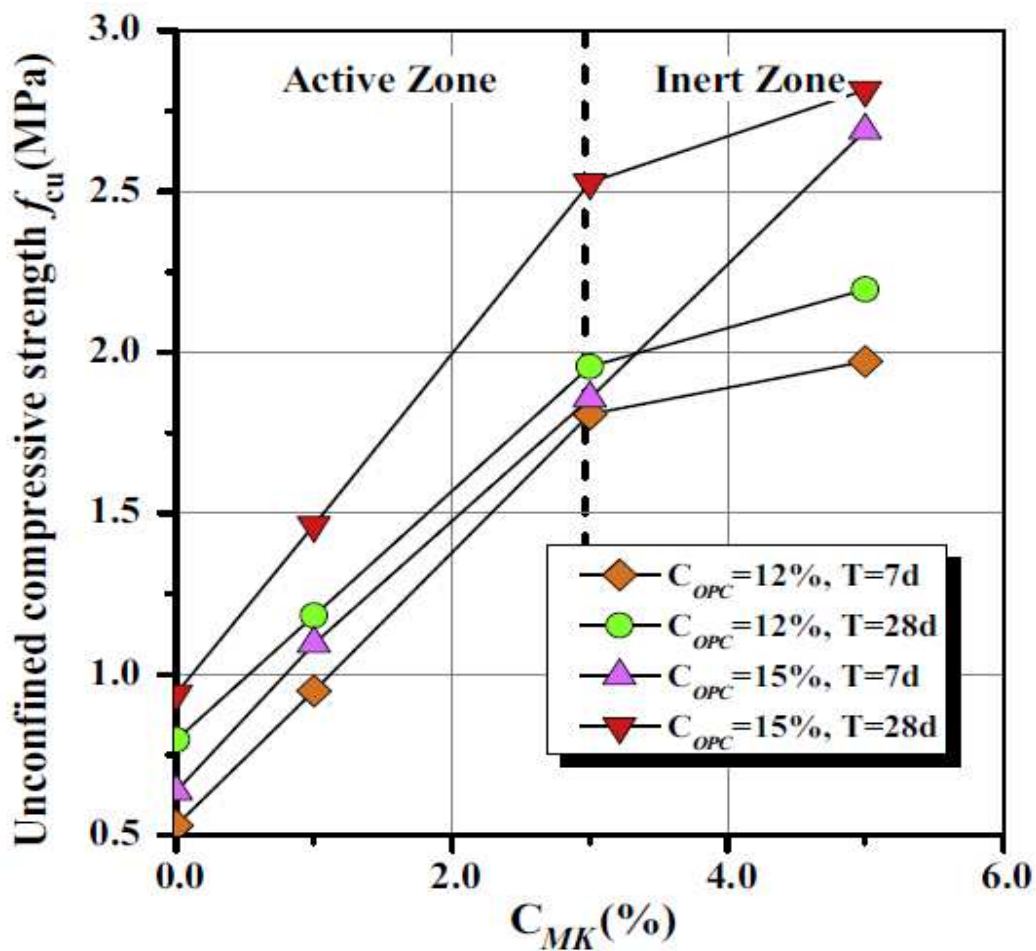


Fig. 2. Relationship between f_{cu} (MPa) and MK contents (%).

کند.

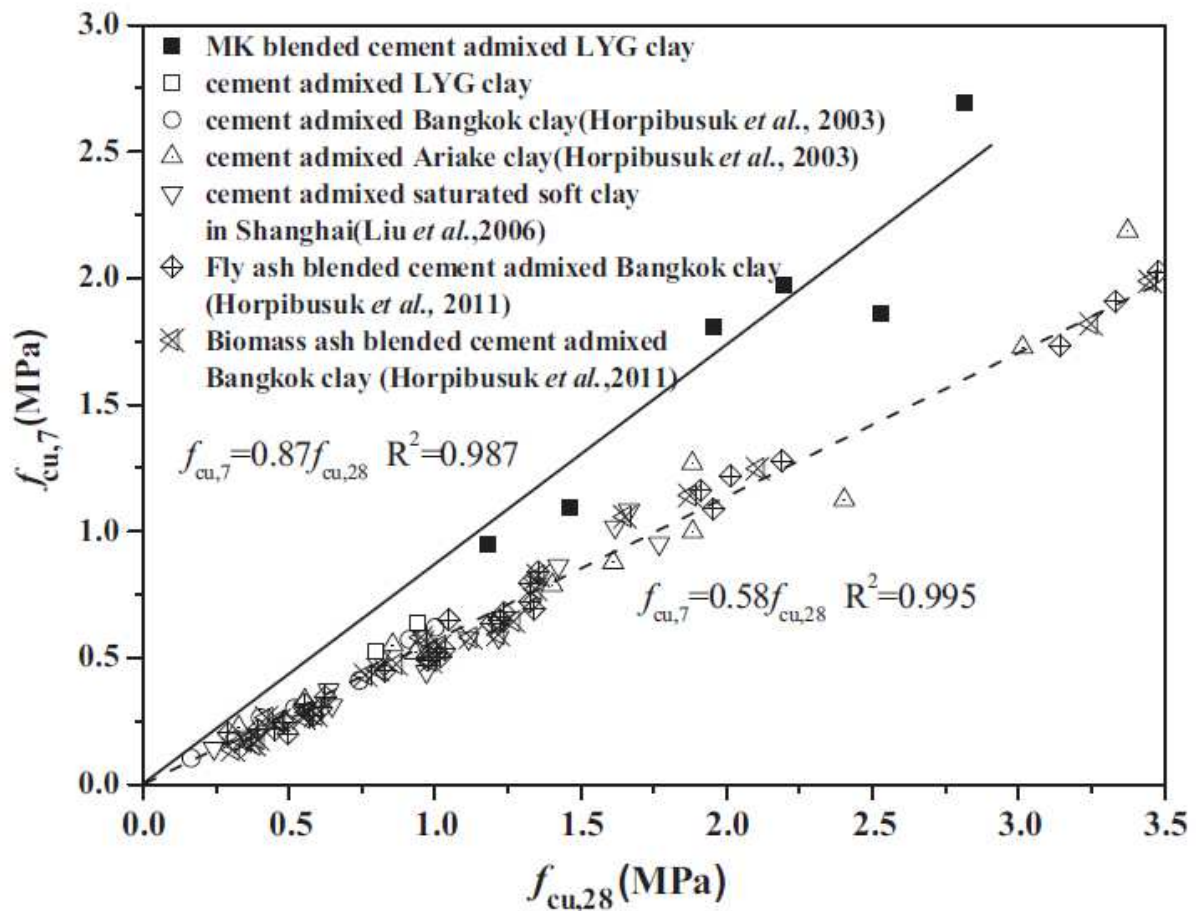


Fig. 3. $f_{cu,7}$ vs. $f_{cu,28}$ plot for different cement-treated clays.

به عبارت دیگر، تکامل مقاومت در شکل 2 با عواملی همچون مقدار سیمان و MK و دوره عمل آوری توسط شکل های پیچیده ای از هیدراسیون اولیه و ثانویه دیده می شود. چون MK تنها نوع خاک سیمانی شده نیست پس باید یک رابطه تجربه بین خاک های سیمانی راستی آزمایی شود. شکل 3 رابطه بین f_{cu} خاک رس سیمانی Lianyungang بهسازی شده MK بعد از 7 روز و 28 روز عمل آوری را نسبت به رس های Bangkok, Ariake, Shanghai (فقط با استفاده از سیمان پرتلند و سرباره سیمان) را نشان می دهد.

$$f_{cu,7} = 0.87 f_{cu,28} \quad (3)$$

$$f_{cu,7} = 0.58 f_{cu,28} \quad (4)$$

معادلات 3 و 4 نشان می‌دهد که مقاومت فشاری محدود نشده ی سیمان معمولی در طول عمل‌آوری 7 روزه 0/58 برابر مقدار اندازه‌گیری شده برای 28 روز و 0/87 برابر رس حاوی MK است. این نتایج نشان می‌دهد که MK می‌تواند باعث افزایش مقاومت در مراحل اول عمل‌آوری شود که مشابه یافته‌های بتن می‌باشد.

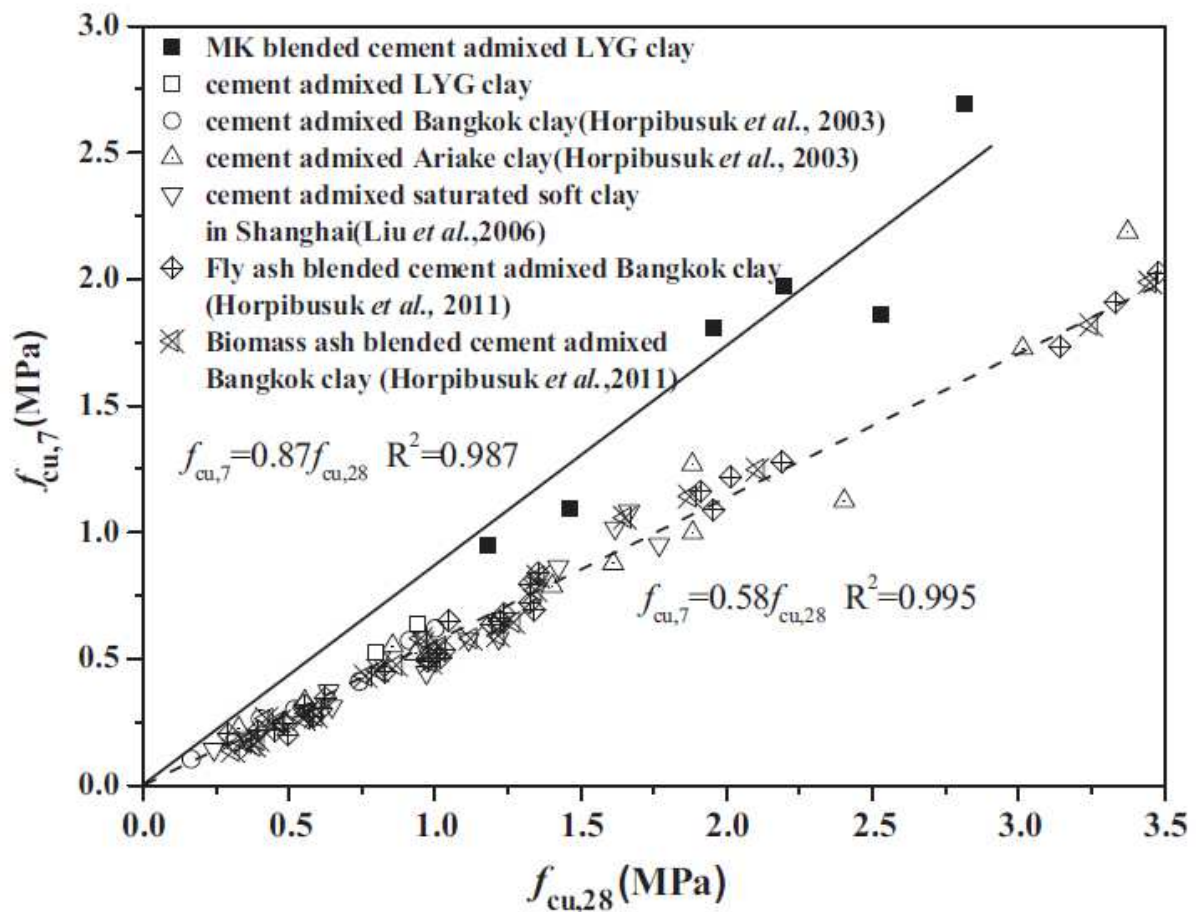


Fig. 3. $f_{cu,7}$ vs. $f_{cu,28}$ plot for different cement-treated clays.

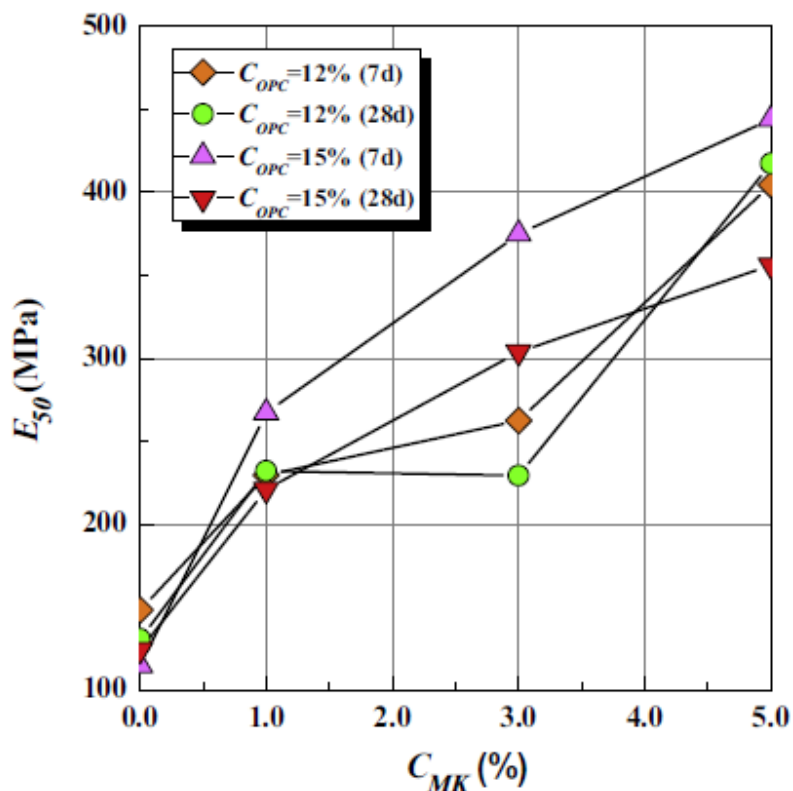


Fig. 4. Relationship between E_{50} (MPa) and MK contents (%).

Horpibulsuk و همکارانش یک معادله پیش‌بینی بین مقاومت نسبت به زمان برای تثبیت سیمان با محتوای

آب بر اساس قانون برامز پیشنهاد کرد:

$$\frac{q_t}{q_{28}} = 0.038 + 0.281 \ln t$$

که q_t مقاومت نسبت به زمان، t زمان عمل‌آوری .

اگر $t=7$ باشد $q_7/q_{28}=0.585$ می‌باشد که ارائه شده است مدول سکانتی E_{50} از مقاومت فشاری محدود نشده

به‌عنوان نسبت تنش به کرنش با تنش محوری 50 درصد به دست آمده است.

رابطه بین مدول سکانتی و محتوای MK در شکل 4 نشان داده شده است. برای یک زمان عمل آوری و میزان سیمان مدول با مقدار MK رابطه برقرار می کند و وقتی مقدار MK از 3٪ تجاوز می کند نمودار دیگر هموار نیست و مقادیر آن اندکی با نتایج مقاومت فشاری محدود نشده متفاوت است.

شکل 5 رابطه بین مدول سکانتی و مقاومت فشاری محدود نشده از خاک سیمانی با محتوای MK برای مقادیر مدول سکانتی بر مقاومت فشاری محدود نشده از 120 به 237 است. این نسبت برای خاک های سیمانی مشترک است.

Lorenzo and Bergado دریافتند که نسبت از 147 به 175 برای خاک رس مخلوط شده با رس بانکوک، میزان سیمان از 5 تا 20 درصد است همچنین Zhang گزارش کرد که این نسبت برای 150 تا 275 برای رس Lianyungang (خاک رس مشابه در این مطالعه) از 15 الی 20 درصد است. داده های منابع و کسانی که در این مورد مطالعه کردند در شکل 5 جمع آوری شده است. نتایج نشان می دهد که رابطه آزمایشگاهی بسیار نزدیکی بین مقاومت فشاری و مدول سکانتی وجود دارد و تمامی آن ها مقادیری حدود 120-238 برابر مقاومت فشاری محدود نشده است.

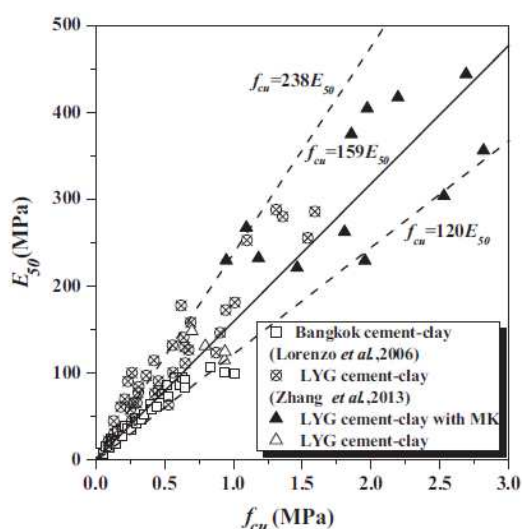


Fig. 5. Correlation of modulus of elasticity with compressive strength for the different cement-clay mixes considered.

3-2- ریزمکانیزم های نمونه های تثبیت سیمانی شده با متاکائولین

شکل 6a و 6b رابطه بین منحنی نفوذ جیوه نمونه با 15٪ درصد سیمان پس از 7 و 28 روز از شکل گیری حجم کل نفوذ (ml/g) و log دیفرانسیل نفوذ را نشان می دهد.

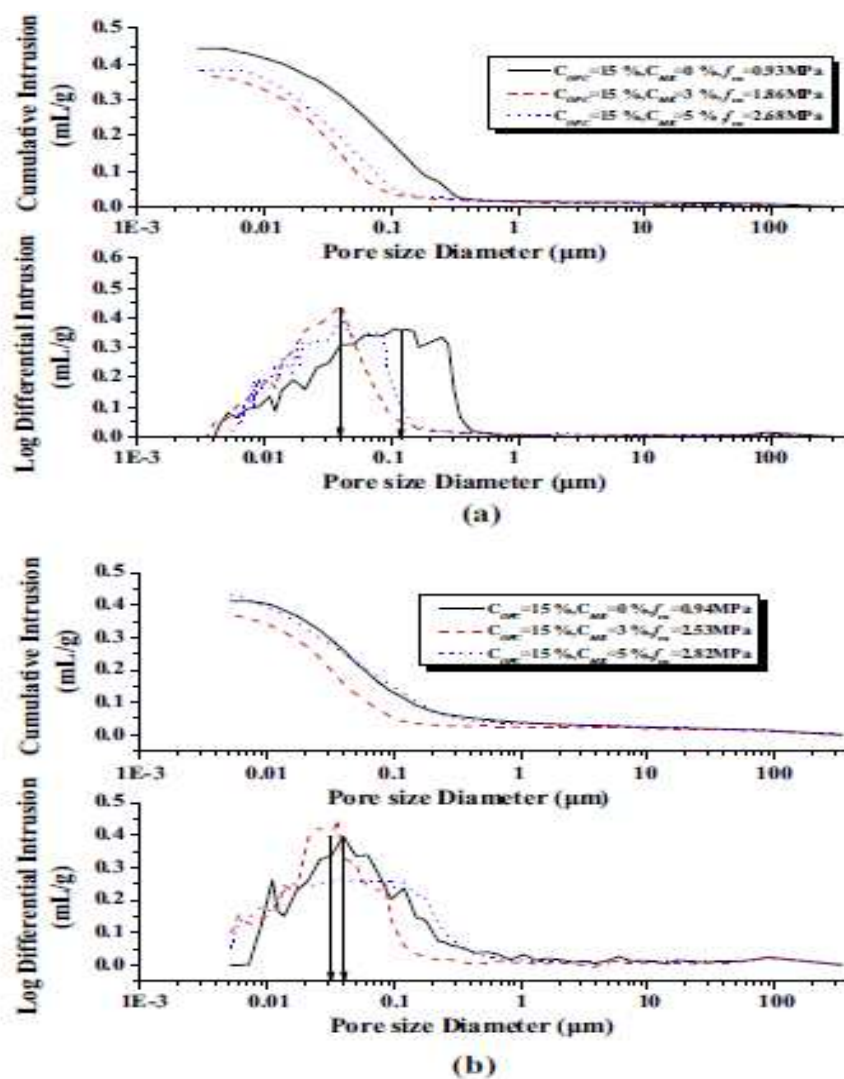


Fig. 6. Cumulative mercury intrusion and log differential intrusion vs. pore size diameter curve (a) after 7 days of curing, and (b) after 28 days of curing.

حجم کل منافذ با مقادیر مختلف 0، 3، 5، 0 درصد MK (صرف نظر از زمان عمل آوری) کاهش می یابد. حجم خلل و فرج در محتوای 3 درصد MK به کمترین مقدار خود می رسد که احتمال این مقدار به علت هیدراسیون ثانویه منطقی به نظر می رسد. تأثیر محتوای MK بر ساختار میکرو در log دیفرانسیل حجم نفوذ واضح است. بیشترین

قطر منافذ در 0.3٪ و 5٪ MK برابرند با 0/034·0/04·0/107 میکرومتر در 7 روز عمل‌آوری و 0/04·0/036·0/04 میکرومتر بعد از 28 روز عمل‌آوری. وقتی توزیع حفرات بین 1 تا 0.01 میکرومتر است، کاهش چگالب داریم.

Horpibulsuk به تجزیه و تحلیل بیشتر این اندازه این حجم منافذ پرداخت و اندازه این حجم 1,0/1,0/01 و 10 میکرومتر بود. شکل 7a و 7b حجم ارقام منافذ از خاک سیمانی را با روش‌های پیشنهاد شده توسط Horpibulsuk را نشان می‌دهد. اضافه کردن MK بعد از 7 روز عمل‌آوری حجم منافذی که بین 0/1 تا 1 میکرومتر هستند را کاهش می‌دهد؛ بنابراین حجم منافذ بین 0.01 تا 0.1 میکرومتر بر ساختار مقاومی خاک تأثیری گذارد، اما این تنها هدف اصلی برای خاک سیمانی در این مطالعه نیست. نتایج SEM در شکل 8 نشان داده شده است مقایسه شکل 8a و 8b با بزرگ‌نمایی 500 برابر اولیه نشان می‌دهد که ساختار خاک سیمانی MK متراکم‌تر است. در 3000 برابر بزرگ‌نمایی، تعداد زیادی از کلسیم اکسید و کریستال CH و کریستال هیدرات کلسیم CSH لایه‌های از خاک در یکدیگر بست شدند را می‌توان دید.

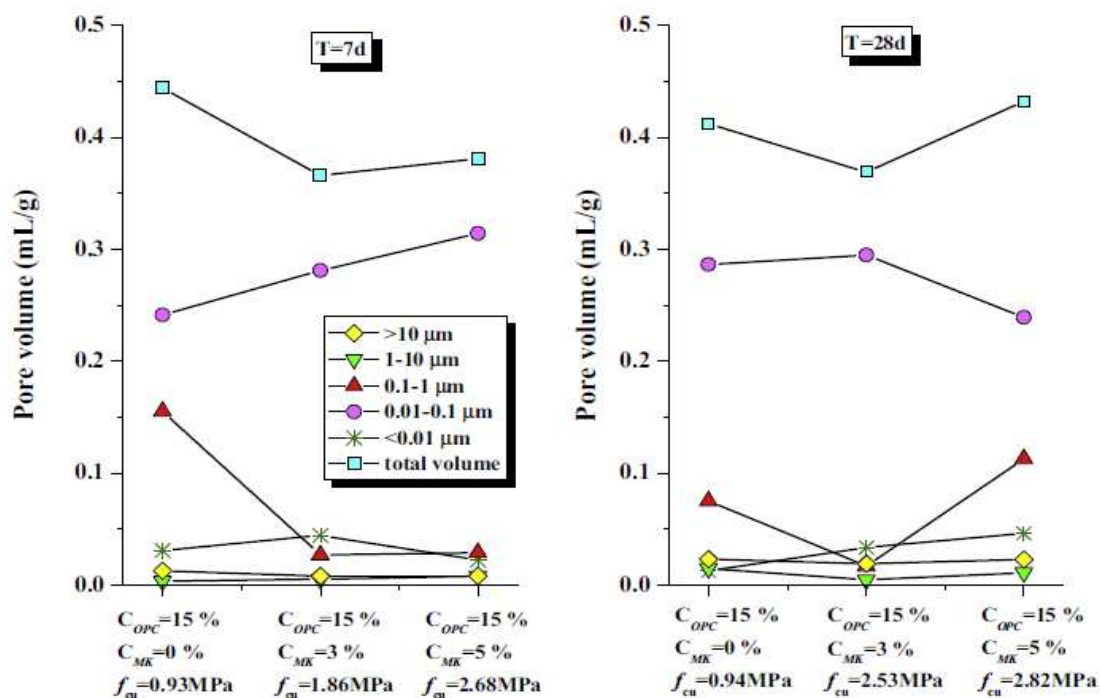
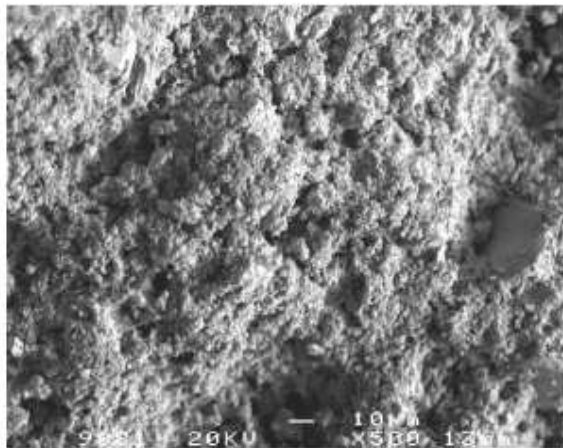
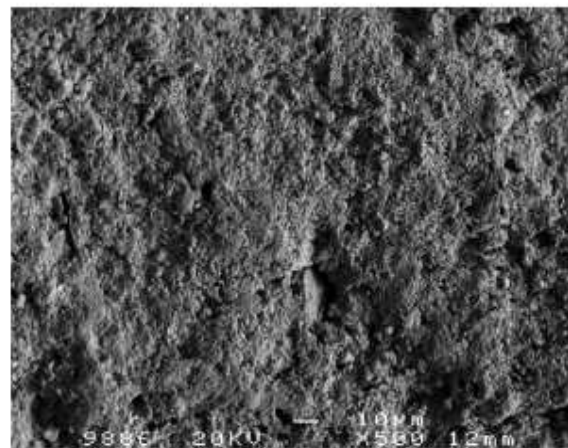


Fig. 7. Pore size distribution classified by an order of magnitude of different proportion of cement and MK.

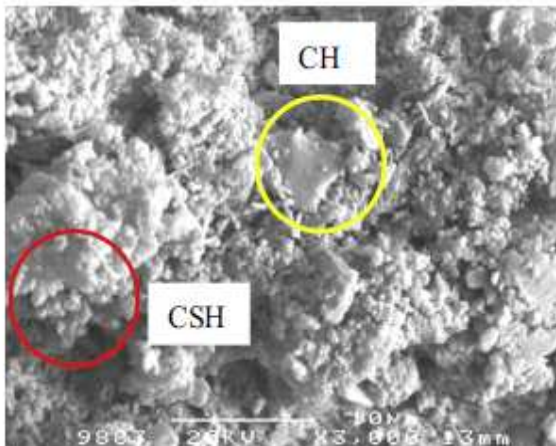
شکل 8d,8c نشان می‌دهد که ساختار مشبک، خمیری از کلسیم سیلیکات، هیدرات کریستال صفحه‌ای یا 6 ضلعی هیدرات $C_4AH_{13}C_2ASH_8$ و اترینگایت در هم بافته و تشکیل مشبک را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر میکرو ساختار ثابت می‌کند که CH تولید شده توسط هیدراسیون سیمان مصرف شده MK برای ترویج هیدراسیون ثانویه در واکنش پوزولانی، که تولید محصولات هیدراسیون سودمند و اصلاح ساختار را نشان می‌دهد. محصولات به طور مؤثر برای تقویت اتصالات و پر کردن منافذ خاک سیمانی تثبیت شده باعث بهبود رفتار مقاومت خاک می‌شود.



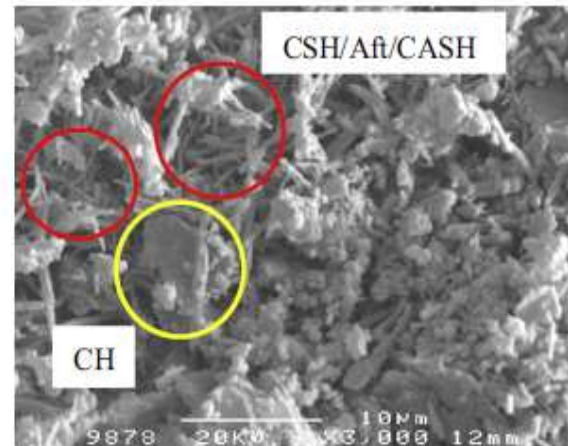
(a) C15% MK0%1:500 (curing time 28d)



(b) C15% MK3%1:500 (curing time 28d)



(c) C15% MK0%1:3000 (curing time 28d)



(d) C15% MK3%1:3000 (curing time 28d)

Fig. 8. SEM photos of MK-cement treated clay after 28 days of curing.

4- نتایج

این مقاله یک عامل مؤثر MK برای بهبود رفتار خاک سیمانی در پروژه‌های اختلاط عمیق و تجزیه و تحلیل میکرو ساختار تغییرات مقاومت خاک رس تثبیت شده با سیمان با استفاده از آزمایش‌های مقاومت فشاری محدود نشده و نفوذ جیوه و اسکن الکترونی میکروسکوپ را ارائه می‌کند. نتایج را به این صورت می‌توان اشاره کرد:

1. Metakaolin یک نوع ماده افزودنی که مقاومت خاک سیمانی را افزایش می‌دهد. مقاومت فشاری محدود نشده از خاک سیمانی حاوی 3,5 درصد MK تقریباً حدود 2-3 برابر بیشتر از خاک فاقد MK است. MK کمتر از 3 درصد باعث افزایش محسوس مقاومت خاک می‌شود ولی در MK بیشتر از 3 درصد افزایش مقاومت کمتر می‌شود

2. مقایسه مقاومت فشار محدود نشده از خاک سیمانی با Shanghai و Bangkok, Ariake بدون MK با خاک رس Lianyungang با MK با عمل‌آوری 7 روزه و 28 روزه نشان می‌دهد که مقاومت مواد حاوی MK بعد از 7 روز عمل‌آوری نزدیک 0/87 برابر مقاومت 28 روزه است. در حالی که این مقدار 0/58 برابر فاقد MK بود. می‌توان دریافت که اضافه کردن MK باعث افزایش مقاومت در طول عمل‌آوری می‌شود و MK رابطی است که باعث زودتر رسیدن به مقاومت می‌شود. با این وجود ارتباط MK با مقاومت فشاری محدود نشده و مدول سکانتی و بدون MK نشان داده شده است.

3. اضافه کردن MK عمدتاً حجم منافذ را 0/1 تا 1 میکرومتر تغییر می‌دهد، که این نشان می‌دهد این پر کردن منافذ تا حدودی بر مقاومت خاک تأثیرگذار است. هیدراسیون ثانویه و واکنش پوزولانی با اضافه کردن MK مقدار زیادی CSH/Aft/ CASH تولید می‌شود و باعث افزایش مقاومت و اتصال دانه‌های خاک می‌شود.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی