
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2015/2016 Academic Session

June 2016

EAS355/2 – Advanced Concrete Technology
[Teknologi Konkrit Lanjutan]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

Please check that this examination paper consists of **NINE (9)** pages of printed material before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instructions : This paper contains **FIVE (5)** questions. Answer **FOUR (4)** questions.

[**Arahan** : Kertas ini mengandungi **LIMA (5)** soalan. Jawab **EMPAT (4)** soalan.]

All questions **MUST BE** answered on a new page.

[Semua soalan **MESTILAH** dijawab pada muka surat baru.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

1. [a] Corrosion of reinforcement is indeed the most common cause of deterioration to concrete structures across the world. Active corrosion is initiated by the breakdown of the passive oxide layer (passivity) that protects the steel reinforcement.

Pengaratian tetulang adalah merupakan punca utama terhadap kemerosotan struktur konkrit di seluruh dunia. Pengaratian yang aktif bermula dengan kerosakan terhadap lapisan oksida pasif yang melindungi tetulang keluli.

- [i] State **TWO (2)** major causes of depassivation of steel reinforcement in concrete.

*Nyatakan **DUA (2)** punca utama kerosakan lapisan oksida pasif tetulang keluli di dalam konkrit.*

[2 marks/markah]

- [ii] Describe **FOUR (4)** probable consequences of corrosion of reinforcement on concrete structure.

*Jelaskan **EMPAT (4)** akibat yang mungkin daripada pengaratian tetulang terhadap struktur konkrit.*

[4 marks/markah]

- [b] Several piers of an elevated highway that passes through a swampy area show sign of deterioration. From macrostructure point of view, cracking phenomena can be observed at the surface of the affected piers. Whereas, analyses on the microstructure portray the formation of gypsum, ettringite and hydrated magnesium silicate within the hardened cement paste matrix. The intensity of the gypsum, ettringite and hydrated magnesium silicate is higher at the outer part of the affected piers and reduces with depth into the piers.

Beberapa tiang sambut lebuhraya bertingkat yang melalui kawasan berpaya menunjukkan tanda kerosotan. Daripada sudut makrostruktur, fenomena retakan boleh dilihat pada permukaan tiang sambut yang terlibat. Manakala, penganalisaan mikrostruktur memaparkan pembentukan gypsum, ettringite dan magnesium silikat terhidrat di dalam adunan simen terkeras. Keamatan gypsum, ettringite dan magnesium silikat terhidrat adalah tinggi di permukaan tiang sambut yang terlibat dan berkurangan dengan kedalaman ke dalam tiang-tiang sambut.

- [i] By giving appropriate justifications, identify the most probable deterioration mechanism that is affecting the piers.

Dengan memberikan justifikasi yang sesuai, kenal pasti mekanisma kerosotan paling mungkin yang telah menjejaskan tiang-tiang sambut.

[4 marks/markah]

- [ii] Explain in detail the mechanism of the deterioration in [i], including its effect on the properties of concrete as well as its probable effect on the structural integrity of the piers.

Terangkan secara terperinci mekanisma kerosotan di [i], termasuk kesannya terhadap sifat-sifat konkrit serta kesan yang mungkin terhadap keutuhan struktur tiang-tiang sambut.

[9 marks/markah]

- [iii] Suggest the measures that could be taken to reduce the risk of similar deterioration occurring to new concrete structure that will be exposed to the same environmental exposure.

Cadangkan langkah-langkah yang boleh diambil untuk mengurangkan risiko kerosotan yang sama berlaku kepada struktur konkrit baru yang akan terdedah kepada persekitaran yang sama.

[6 marks/markah]

2. [a] Explain the term pozzolan or pozzolanic material.

Jelaskan terminologi pozzolan atau bahan pozzolanik

[5 marks/markah]

- [b] You are required to propose suitable concrete mixtures for the expansion project of an existing seaport where the concrete structural members will be exposed to the aggressive seawater environment. The stipulated requirements of the concrete mixtures include:

Anda dikehendaki mencadangkan bancuhan konkrit yang sesuai untuk projek pembesaran sebuah pelabuhan sedia ada di mana anggota struktur konkrit akan terdedah kepada persekitaran air laut yang agresif. Keperluan-keperluan yang ditetapkan untuk bancuhan konkrit termasuk:

- Very high workability to facilitate placement and compaction of concrete in heavily reinforced structural members, yet sufficiently cohesive to avoid segregation.

Kebolehkerjaan yang sangat tinggi untuk memudahkan peletakan dan pepadatan konkrit di dalam anggota struktur dengan tetulang keluli yang rapat, tetapi mempunyai kejelekitan yang mencukupi untuk mengelakkan pengasingan.

- Extended initial setting time and sufficient workability retention to offset the effect of hot weather on setting and workability loss.

Masa pemejalan awal yang lebih panjang dan pengejalan kebolehkerjaan yang mencukupi untuk mengimbangi kesan cuaca panas terhadap pemejalan dan kehilangan kebolehkerjaan.

...5/-

- High early and long-term strength.

Kekuatan awal dan jangka panjang yang tinggi.

- Extremely high impermeability towards gas and moisture to reduce the likelihood of corrosion of reinforcement.

Ketidakbolehtelapan yang sangat tinggi terhadap gas dan lembapan untuk mengurangi kemungkinan pengurangan tetulang.

Suggest suitable combination of chemical admixtures and mineral admixtures that will enable the above attributes to be realized in the proposed concrete mixtures. (You can suggest more than one chemical admixtures and mineral admixtures.) Discuss how the admixtures and their combination contribute towards the achievement of the overall requirements.

Cadangkan kombinasi bahan tambah kimia dan bahan tambah mineral yang sesuai yang akan membolehkan atribut di atas didapati pada bancuhan konkrit yang dicadangkan. (Anda boleh mencadangkan lebih dari satu bahan tambah kimia dan juga bahan tambah mineral.) Bincangkan bagaimana bahan-bahan tambah dan kombinasi mereka menyumbang terhadap pencapaian keseluruhan keperluan.

[20 marks/markah]

3. [a] You as a structural forensic engineer have been given a task to carry out a standard inspection to collect data for the investigation of the causes of cracking of a concrete structure by investigating the documents and performing visual inspection on the concrete structures. Explain in details the types of documents needed for this investigation.

Anda sebagai jurutera forensik struktur telah diberi tugas untuk menjalankan pemeriksaan standard untuk mengumpul data bagi penyiasatan punca keretakan struktur konkrit dengan menyiasat dokumen dan menjalankan pemeriksaan visual terhadap struktur konkrit. Terangkan secara terperinci jenis dokumen yang diperlukan untuk penyiasatan ini.

[12 marks/markah]

- [b] Global monitoring of civil engineering structures is a demanding challenge for engineers. Acoustic emission (AE) is one of the techniques that have the potential to inspect large structures or structural member with transducers placed in strategic locations on the structure. One of the applications of the AE technique is to characterize the structural condition of a concrete bridge.

Pemantauan global struktur kejuruteraan awam adalah satu cabaran kepada jurutera. Emisi akustik (AE) adalah salah satu teknik yang berpotensi untuk memeriksa struktur atau anggota struktur yang berskala besar dengan meletakkan sensor pada lokasi strategik pada struktur tersebut. Salah satu contoh kegunaan teknik AE adalah bagi pemeriksaan keadaan struktur jambatan konkrit.

- [i] Describe the typical AE apparatus (with an aid of sketch)

Jelaskan peralatan tipikal AE (dengan bantuan lakaran).

[5 marks/markah]

- [ii] Explain the scenarios that influence the AE wave propagation.

Terangkan situasi yang mempengaruhi pergerakan gelombang AE.

[8 marks/markah]

4. An investigation has been undertaken on a 24 meter span reinforced concrete bridge crossing a river in a mangrove area. The bridge consists of two abutments and a pier to support the two spans of the deck slab of 12 meter each. The bridge is situated in the southern part of Malaysia and is subjected to aggressive external exposure. During high tide, seawater intrudes into the river, inducing high level of salinity. The surrounding temperature is stable and consistent throughout the year. An inspection of the structure has signaled the presence of extensive cracking and spalling on the bridge pier due to reinforcement corrosion. A detailed inspection by the appointed forensic engineer was completed. It had involved visual assessment as well as some suitable tests followed by a diagnosis, which is based on the data obtained from the results of the tests performed. Based on the test results and the diagnosis, it was recommended that the affected piers should be immediately repaired. As an engineer in charge of this project you are responsible to prepare a proposal for the repair work. Recommend detailed repair techniques for cracks and spalling exhibited on the pier structure in order to recover the performance of the degraded structure.

Satu pemeriksaan telah dijalankan ke atas jambatan konkrit bertetulang sepanjang 24 m merentangi sungai di kawasan bakau. Jambatan mempunyai dua tembok landas dan tembok sambut untuk menyokong dua rentang papak geladak 12 meter setiap satu. Jambatan itu terletak di bahagian selatan Malaysia dan tertakluk kepada pendedahan luaran yang agresif. Semasa air pasang, air laut merejah masuk ke sungai, meningkatkan tahap kemasinan yang tinggi. Suhu sekitar adalah stabil dan konsisten sepanjang tahun. Pemeriksaan ke atas struktur menunjukkan keretakan yang menyeluruh dan pecahan serpihan konkrit di tembok sambut jambatan kerana kesan kakisan tetulang. Pemeriksaan terperinci oleh jurutera forensik yang ditetapkan telah selesai. Ia telah melibatkan pemeriksaan visual serta beberapa ujian sesuai diikuti dengan diagnosis yang berdasarkan data yang diperolehi daripada hasil siasatan yang dijalankan. Berdasarkan keputusan ujian dan diagnosis, dicadangkan tembok sambut yang terjejas dibaiki segera. Sebagai seorang jurutera yang bertanggungjawab anda diminta menyediakan cadangan memperbaiki struktur itu. Cadangkan teknik pembaikan terperinci untuk keretakan dan pecahan serpihan konkrit yang berlaku ke atas struktur tembok sambut tersebut bagi memulihkan prestasi struktur yang terjejas tersebut.

[25 marks/markah]

...8/-

5. [a] Mass concrete will normally generate more heat and the heat dissipates from the concrete slowly; the thicker the section, the longer it will take for the interior to cool. As a result, there will be large temperature differentials between the concrete surface and its interior. The concrete is then subjected to high thermal stresses, which can result in cracking and loss of structural integrity. With the abovementioned phenomenon, suggest the appropriate strategies to reduce thermal stress in mass concrete.

Konkrit pukal dalam isipadu yang besar biasanya akan mengeluarkan haba dan haba lesap daripada konkrit secara perlahan; keratan dengan ketebalan yang lebih besar, akan mengambil masa yang lama untuk sejuk. Hasilnya, akan berlaku kebezaan suhu yang ketara antara luaran dan dalam konkrit. Konkrit kemudiannya tertakluk kepada tegasan haba yang tinggi, yang membolehkan terhasilnya keretakan dan kehilangan integriti struktur. Dengan keterangan fenomena di atas, cadangkan beberapa strategi yang sesuai untuk mengurangkan tegasan haba dalam konkrit pukal.

[6 marks/markah]

- [b] One of the disadvantages of conventional concrete is the high self-weight of the material itself. Briefly describe **SIX (6)** advantages of lightweight concrete as a low density construction material.

*Salah satu daripada keburukan konkrit konvensional ialah berat sendiri yang besar bagi bahan tersebut. Jelaskan dengan ringkas **ENAM (6)** kelebihan konkrit ringan sebagai bahan binaan yang mempunyai ketumpatan rendah.*

[12 marks/markah]

- [c] Self compacting concrete (SCC) was developed in the middle of the 1980's in Japan. It is known that SCC flows under its self weight, levels itself, expels entrapped air and consolidates itself without additional compaction energy and without experiencing segregation. Briefly describe **THREE (3)** key properties of fresh self- compacting concrete.

*Konkrit memadat sendiri (SCC) telah dibangunkan di Jepun pada pertengahan 1980an. Ia dikenali sebagai konkrit yang mengalir dibawah berat sendiri, mengaras sendiri, mengeluarkan udara terperangkap dan memadat dengan sendiri tanpa tenaga pepadatan tambahan serta tanpa mengalami pengasingan. Jelaskan dengan ringkas **TIGA(3)** sifat utama konkrit memadat sendiri.*

[7 marks/markah]

-oooOOooo-